



Σχολή Θετικών Επιστημών
Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας

Διπλωματική Εργασία
Συγκριτική αξιολόγηση Ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης με την
μεθοδολογία DEA

Κωνσταντίνος Θανόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλειος Μαυροειδής

Πάτρα, Ιούνιος 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή (Κωνσταντίνος Θανόπουλος) που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Συγκριτική αξιολόγηση Ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης με την μεθοδολογία DEA

Κωνσταντίνος Θανόπουλος

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Βασίλειος Μαυροειδής

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός &
Τεχνολογίας Η/Υ, Ε.Α.Π.

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής

Ιωάννης Νικολαΐδης

Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

«Benchmarking of European accreditation bodies with the DEA
methodology»

Konstantinos Thanopoulos

Πάτρα, Ιούνιος, 2023

*«Αφιερωμένο στα κορίτσια μου, Σοφίδιο και Μαρουλάκι. Σας ευχαριστώ για την στήριξη,
την υπομονή και την αγάπη σας»*

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό μέσα από τη συγκριτική μελέτη ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης, με τη μεθοδολογία DEA (Data Envelopment Analysis) να βρεθούν ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την αποδοτικότητα των οργανισμών αυτών.

Ο κάθε εθνικός φορέας διαπίστευσης αξιολογεί την τεχνική επάρκεια, την ανεξαρτησία και την αμεροληψία των φορέων πιστοποίησης, ελέγχου και επαλήθευσης, και των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων. Επαληθεύουν πως τα προϊόντα, οι υπηρεσίες, τα συστήματα, οι εγκαταστάσεις και το προσωπικό, πληρούν τις καθορισμένες απαιτήσεις, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών και ενισχύουν την εμπιστοσύνη των χρηστών.

Για την ανάλυση μας θα εργαστούμε πρώτα με τη συλλογή δεδομένων από τους εθνικούς φορείς διαπίστευσης ανά ευρωπαϊκή χώρα / μέλος της EA Accreditation που θα χρησιμοποιηθούν ως εισροές και εκροές στο σύστημα ανάλυσης, θα δούμε την αποδοτικότητα και σε σύνολο την προσαρμοστικότητα των φορέων, λαμβάνοντας υπόψη την επίπτωση της πανδημίας και στο κομμάτι των αξιολογήσεων για τη διαπίστευση καθώς αρκετοί φορείς προχώρησαν σε εξ αποστάσεως αξιολογήσεις.

Από την μελέτη και την σύγκριση της απόδοσης 9 εθνικών φορέων διαπίστευσης, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως στο σύνολο η αποδοτικότητα τους παραμένει σταθερή για τους περισσότερους και μόνο για 2 από αυτούς παρεκκλίνει η απόδοση τους με αποτέλεσμα να χαρακτηριστούν μη αποδοτικοί, προχωρώντας στην ανάλυση των σημείων που διαφοροποιούν την απόδοση και προσπαθούμε να ορίσουμε ποιοι είναι οι παράγοντες και οι συσχετισμοί που κρατάνε την απόδοση σε υψηλά επίπεδα.

Τελικά η μη παραμετρική μέθοδος DEA εκτιμάται ως πολύ χρήσιμο εργαλείο στην σύγκριση της απόδοσης των εθνικών φορέων διαπίστευσης αφού μπορεί στα πλαίσια της εφαρμογής της να χρησιμοποιήσει την ανομοιογένεια του κοινωνικού, οικονομικού και παραγωγικού επιπέδου κάθε χώρας, με αποτέλεσμα να συγκρίνει ισότιμα την απόδοση τους. Το υπόδειγμα αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί ακόμη και από φορείς διαπίστευσης αλλά και πιστοποίησης της χώρας μας για την μελέτη και ανάλυση της απόδοσης τους στις εργασίες και υπηρεσίες που προσφέρουν στους διάφορους επιχειρηματικούς κλάδους.

Λέξεις – Κλειδιά: Διαπίστευση, εθνικοί φορείς διαπίστευσης, αποδοτικότητα, περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων

Abstract

The purpose of this thesis is to find out which factors affect the efficiency of organizations through the comparative study of European accreditation bodies, with the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology.

Each national accreditation body assesses the technical competence, independence and impartiality of certification, control and verification bodies, and testing and calibration laboratories. They verify that products, services, systems, facilities and personnel meet the defined requirements, thereby contributing to the continuous improvement of the quality of products and services and enhancing user confidence.

For our analysis we will first work with the collection of data from national accreditation bodies per European country / EA Accreditation member that will be used as inputs and outputs in the analysis system, we will look at the efficiency and overall adaptability of the bodies, taking into account the impact of the pandemic and on the part of the assessments for accreditation as several bodies proceeded with remote assessments.

From the study and comparison of the performance of 9 national accreditation bodies, we come to the conclusion that overall their efficiency remains stable for most and only for 2 of them their performance deviates resulting in them being characterized as non-efficient, proceeding to the analysis of the points that differentiate performance and we try to define what are the factors and correlations that keep performance high.

Finally, the non-parametric DEA method is appreciated as a very useful tool in the comparison of the performance of national accreditation bodies since it can, within its application, use the heterogeneity of the social, economic and production level of each country, as a result of which it can compare their performance equally. This model can be used even by accreditation and certification bodies of our country to study and analyze the performance of their work in the various business sectors.

Keywords: Accreditation, national accreditation bodies, efficiency, Data Envelopment Analysis

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract	6
Περιεχόμενα	7
Κατάλογος Εικόνων	9
Κατάλογος Σχημάτων	9
Κατάλογος Πινάκων	10
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	11
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	13
Κεφάλαιο 2. Ευρωπαϊκοί φορείς διαπίστευσης	15
2.1 Διαπίστευση και πιστοποίηση	15
2.2 Εθνικοί φορείς διαπίστευσης.....	18
2.3 Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη Διαπίστευση	23
2.3.1 EA και MLA	23
2.3.2 Απαιτήσεις ένταξης μέλους.....	25
2.3.3 Βασικές Αρχές Διαπίστευσης στην EA.....	27
2.3.4 Η EA σε διεθνές επίπεδο (IAF και ILAC).....	29
2.3.5 Στρατηγική EA 2025.....	31
2.4 Η διαπίστευση προ και μετά πανδημίας.....	33
2.5 Αξιολόγηση λειτουργιών ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης	35
Κεφάλαιο 3. Η μέθοδος DEA	38
3.1 Αποδοτικότητα και παραγωγικότητα	38
3.2 Κατηγοριοποίηση αποδοτικότητας και υπολογισμός	40
3.3 Περιγραφή μεθόδου DEA	43
3.4 Επιλογή εισροών, εκροών και μονάδων.....	45
3.5 Αποδοτικό σύνορο	48
3.6 Επιλογή προσανατολισμού και οικονομιών κλίμακας.....	51
3.7 Μοντέλα DEA.....	52

3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της DEA.....	56
3.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση DEA.....	57
Κεφάλαιο 4. Σύγκριση των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης με τη μεθοδολογία DEA.....	62
4.1 Μέθοδος της εργασίας.....	62
4.2 Επιλογή DMUs και συλλογή δεδομένων	63
4.3 Επιλογή κατάλληλων εισροών και εκροών	63
4.4 Επιλογή κατάλληλου μοντέλου	65
4.5 Επιλογή κατάλληλου λογισμικού	66
4.6 Ανάλυση DEA	66
4.7 Window ανάλυση αποδοτικότητας	75
4.8 Ανάλυση του Malmquist Productivity Index (MPI)	81
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα	85
Βιβλιογραφία.....	91
<i>Ελληνόγλωσση.....</i>	<i>91</i>
<i>Ξενόγλωσση</i>	<i>92</i>
Παράρτημα Α: «Πίνακας δεδομένων»	96

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οργανόγραμμα ΕΣΥΔ.....	20
Εικόνα 2: Σύμβολα των IAF και ILAC.....	31
Εικόνα 3: Μέσες τιμές αυτοαξιολογημένου επιπέδου επιτεύγματος των βημάτων ωριμότητας.....	37
Εικόνα 4: Μέσες τιμές αυτοαξιολογημένου επιπέδου επιτεύγματος των περιγραφών ιδανικής κατάστασης.....	37
Εικόνα 5: Παραγωγική διαδικασία.....	38
Εικόνα 6: Πεδία εφαρμογής μεθόδου DEA.....	45
Εικόνα 7: Διάγραμμα Αποδοτικότητας DMU.....	49
Εικόνα 8: Διαγραμματική Απεικόνιση Αποδοτικού Συνόρου.....	50
Εικόνα 9: Διαγραμματική διαφορά Συνόρου CRS – VRS.....	52
Εικόνα 10: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης (BCC-I).....	68
Εικόνα 11: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA ευρωπαϊκών φορέων για ολική τιμή ΑΕΠ.....	73
Εικόνα 12: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA για διακριτή σχετική τιμή ΑΕΠ.....	74
Εικόνα 13: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA για διακριτή τιμή ΑΕΠ.....	74
Εικόνα 14: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 0$, 2018.....	77
Εικόνα 15: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 1$, 2019.....	77
Εικόνα 16: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 2$, 2020.....	78
Εικόνα 17: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 3$, 2021.....	78
Εικόνα 18: Αρχείο .txt με τις οδηγίες ανάλυσης Malmquist.....	82

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Επιστημονικά περιοδικά με τις περισσότερες δημοσιεύσεις.....	58
Σχήμα 2: Διάγραμμα δημοσιεύσεων ανά έτος.....	58
Σχήμα 3: Διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης αποδοτικών DMU ως ομότιμα.....	70
Σχήμα 4: Διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης αποδοτικών DMU ως ομότιμα ανά έτος.....	80

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Διαδικασία διαπίστευσης οργανισμού/φορέα πιστοποίησης	23
Πίνακας 2: Διαφορές παραγωγικότητας – Αποδοτικότητας	40
Πίνακας 3: Δεδομένα ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS	68
Πίνακας 4: Σχετική αποδοτικότητα φορέων	69
Πίνακας 5: Μη αποδοτικά DMU και reference set.....	70
Πίνακας 6: Σχέδια βελτίωσης μη αποδοτικών μονάδων.....	71
Πίνακας 7: Δεδομένα ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS με την τιμή ΑΕΠ	72
Πίνακας 8: Δεδομένα Window ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS για τα έτη 2018 έως και 2021	76
Πίνακας 9: Σχετική αποδοτικότητα φορέων χρονολογικά.....	79
Πίνακας 10: Σχέδια βελτίωσης μη αποδοτικών μονάδων ανά έτος	81
Πίνακας 11: Αποτελέσματα CRS και VRS αποδοτικότητας μετά την ανάλυση Malmquist.....	82
Πίνακας 12: Μέσοι όροι δεικτών Malmquist	83

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Σύντμηση	Αγγλική ονομασία	Ελληνική Ονομασία
CAB	Conformity Assessment Bodies	Φορείς Αξιολόγησης Συμμόρφωσης
CEN	European Committee for Standardization	Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης
CRS	Constant Returns to Scale	Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας (Constant Returns to Scale, CRS),
DEA	Data Envelopment Analysis	Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων
DMUs	Decision Making Units	Παραγωγικές/Λειτουργικές Μονάδες
DRS	Decreasing Returns to Scale	Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας
EA	European co-operation for Accreditation	Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη Διαπίστευση
EAB	European Accreditation Bodies	Ευρωπαϊκοί φορείς διαπίστευσης
IAF	International Accreditation Forum	Παγκόσμια Ένωση φορέων Διαπίστευσης
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation	Διεθνής Οργανισμός Διαπίστευσης Εργαστηρίων
IRS	Increasing Returns to Scale	Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας
ISO	International Organization for Standardization	Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης
MPI	Malmquist Productivity Index	Δείκτης Παραγωγικότητας Malmquist
MLAs	Multilateral Agreements	Πολυμερείς Συμφωνίες
MPI	Malmquist Productivity Index	δείκτης παραγωγικότητας Malmquist
NAB	National Accreditation Bodies	Διεθνείς φορείς διαπίστευσης
VRS	Variable Returns to Scale	Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας (Variable Returns to Scale, VRS)

ΔΕ		Διπλωματική Εργασία
ΕΑΠ		Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΕΚ		Ευρωπαϊκός Κανονισμός
Ε.ΣΥ.Δ		Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης
Ε.Σ.Υ.Π.		Εθνικό Σύστημα Υποδομής Ποιότητας

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Το παρόν πόνημα αποτελεί μία πρωτότυπη προσέγγιση στο κομμάτι της ανάλυσης της σχετικής αποδοτικότητας των φορέων διαπίστευσης, αφού είναι ένας τομέας στον οποίο δεν έχουν γίνει αρκετές μελέτες στο παρελθόν. Μέσω της ανάλυσης της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας των φορέων θα δούμε τι σημαίνει η αποδοτικότητα για τους οργανισμούς που ασχολούνται με το κομμάτι της διαπίστευσης και πιστοποίησης. Έναν τομέα σημαντικό τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας, του εμπορίου αλλά και της διασφάλισης της δημόσιας υγείας.

Σκοπός της εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση της αποδοτικότητας των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης, και των εθνικών οργανισμών κάθε κράτους, διακρίνοντας τους σε αποδοτικούς και μη αποδοτικούς και η διερεύνηση για την εύρεση των παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοσή τους. Η αξιολόγηση θα γίνει μέσω της μεθοδολογίας DEA, μεθοδολογίας γνωστής στους αναλυτές με μεγάλο πεδίο εφαρμογής σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, κυρίως στους κλάδους εκπαίδευσης και χρηματοοικονομικών καθώς και σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, όπως οι φορείς διαπίστευσης τους οποίους και θα συγκρίνουμε μέσω της μεθόδου. Η μέθοδος παρέχει την δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλαπλών εισροών και εκροών για τον υπολογισμό της τεχνικής αποδοτικότητας, χωρίς να απαιτείται κοινή μονάδα μέτρησης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας θα ασχοληθούμε με την διαπίστευση, τον ορισμό τις διάφορες ορολογίες αλλά και τον ρόλο ενός φορέα διαπίστευσης και πώς μπορεί να υπάρξει συνεργασία μεταξύ των φορέων διαπίστευσης στην ευρωπαϊκή ένωση με στόχο την ανταλλαγή εμπειριών και την κοινή στρατηγική και συνεργασία στο κομμάτι της διαπίστευσης και των υπόλοιπων διαδικασιών των φορέων.

Στην συνέχεια, στο επόμενο κεφάλαιο, θα δούμε τι σημαίνει αποδοτικότητα και τι παραγωγικότητα, πώς μπορούν να μετρηθούν σε διάφορους οργανισμούς ανεξάρτητα με το αντικείμενο του κάθε οργανισμού. Θα δούμε πώς μέσα από τις εισροές και την παραγωγική διαδικασία του οργανισμού θα φτάσουμε στις εκροές, και πώς μπορούν να συνδυαστούν μαθηματικά για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας. Επίσης θα αναλύσουμε την μεθοδολογία DEA και θα αναφέρουμε τους κανόνες και αρχές που διέπουν την χρήση της, όπως είναι για παράδειγμα η επιλογή κατάλληλου αριθμού εισροών και εκροών, αλλά και η κατάλληλη επιλογή του αριθμού των DMUs.

Στο τελευταίο κομμάτι θα παρουσιάσουμε το πώς εργαστήκαμε για τη συλλογή πληροφοριών από τους ευρωπαϊκούς φορείς διαπίστευσης σχετικά με τα δεδομένα για την λειτουργία τους και τα αποτελέσματα τους, ώστε να φτάσουμε στην σχετική αποδοτικότητα και να εξάγουμε συμπεράσματα για την λειτουργία τους αλλά και το που θα πρέπει να εστιάσει ένας εθνικός φορέας για να αυξήσει την αποδοτικότητά του.

Κεφάλαιο 2. Ευρωπαϊκοί φορείς διαπίστευσης

2.1 Διαπίστευση και πιστοποίηση

Στον σύγχρονο κόσμο της καινοτομίας και της ανάπτυξης με αυξανόμενη τη ζήτηση για ολοένα και πιο περίπλοκα αγαθά και υπηρεσίες, οι καταναλωτές αλλά και οι επιχειρήσεις πρέπει να έχουν εμπιστοσύνη στα προϊόντα και τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή. Πράγματι, στην Ευρώπη, ένας κατασκευαστής μπορεί να διαθέσει ένα προϊόν στην αγορά μόνο όταν το προϊόν πληροί όλες τις ισχύουσες απαιτήσεις όσον αφορά την υγεία και την ασφάλεια και λοιπές νομοθετικές απαιτήσεις. Οι φορείς αξιολόγησης της συμμόρφωσης κατέχουν καίρια θέση καθώς αξιολογούν τα προϊόντα προτού διατεθούν στην ευρωπαϊκή – και παγκόσμια – αγορά, προκειμένου να διασφαλίσουν ότι πληρούνται οι απαιτήσεις και ότι οι καταναλωτές μπορούν να εμπιστευθούν αυτά τα προϊόντα. Οι οργανισμοί που ελέγχουν τη συμμόρφωση (φορείς) πρέπει να διαθέτουν την τεχνική επάρκεια και ακεραιότητα για την εκτέλεση αυτών των υπηρεσιών αξιολόγησης. Με τη σειρά τους, οι ευρωπαϊκές και οι εθνικές αρχές χρειάζονται εμπιστοσύνη στους φορείς που τους έχουν αναθέσει τη διεξαγωγή ελέγχου και αξιολόγησης, προκειμένου να ενισχύσουν το εμπόριο και την οικονομική ανάπτυξη.

Με τη διαπίστευση, ενισχύουμε αυτή την εμπιστοσύνη αξιολογώντας τις ικανές, συνεπείς και αμερόληπτες λειτουργίες εταιρειών και οργανισμών. Αυτές οι εταιρείες και οργανισμοί δοκιμάζουν, επιθεωρούν και πιστοποιούν διεργασίες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών. Η πιστοποίηση αποτελεί προϋπόθεση για την ασφαλή και ποιοτική διακίνηση πληθώρας προϊόντων και υπηρεσιών βιομηχανικής ή καταναλωτικής χρήσης, όπως τρόφιμα, δομικά υλικά και κατασκευές, καλλυντικά και μη τρόφιμα, μηχανήματα και βιομηχανικός εξοπλισμός, κ.ά..

Ως αποτέλεσμα για την αυξανόμενη ζήτηση τέτοιων υπηρεσιών/αγαθών και με τη ζήτηση για διαπίστευση και πιστοποίηση να μεγαλώνει, σημειώθηκε αύξηση σε καθορισμένα εθνικά και διεθνή πρότυπα για προϊόντα, διαδικασίες και υπηρεσίες, τα οποία τίθενται από τον Ευρωπαϊκό (CEN) ή τον διεθνή (ISO) οργανισμό τυποποίησης. Όταν εφαρμόζονται σωστά τα πρότυπα, μπορούν να κάνουν τη ζωή ασφαλέστερη, πιο υγιή και ευκολότερη για όλους και μπορούν να αναπτύξουν την κοινωνία και το εμπόριο, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων. Συμπερασματικά, η διαπίστευση

λειτουργεί προς το δημόσιο συμφέρον σε όλους τους τομείς της αγοράς. Παρέχει βεβαίωση ότι οι διαπιστευμένοι φορείς που προσφέρουν υπηρεσίες δοκιμών, εξέτασης, βαθμονόμησης, πιστοποίησης, επιθεώρησης και επαλήθευσης έχουν την τεχνική επάρκεια και την αμεροληψία να ελέγχουν τη συμμόρφωση προϊόντων και υπηρεσιών με τα σχετικά πρότυπα και κανονισμούς.

Ως διαπίστευση (accreditation) ορίζεται η διαδικασία κατά την οποία επίσημα αναγνωρίζεται ότι ένας οργανισμός (π.χ. φορέας/εταιρεία πιστοποίησης, ελέγχου, επαλήθευσης, ή εργαστήριο μετρήσεων και δοκιμών) έχει την τεχνική επάρκεια και είναι ικανός να παρέχει συγκεκριμένες υπηρεσίες ή λειτουργίες (π.χ. έκδοση πιστοποιητικών συμμόρφωσης, έκδοση εκθέσεων ελέγχου ή/και δοκιμών, έκδοση εκθέσεων επαλήθευσης κ.λπ.) από έναν αρμόδιο αναγνωρισμένο φορέα ο οποίος ονομάζεται οργανισμός διαπίστευσης (accreditation body). Η διαδικασία διαπίστευσης ορίζεται στο διεθνές πρότυπο ISO/IEC 17011 Αξιολόγηση συμμόρφωσης — Απαιτήσεις για εθνικούς φορείς διαπίστευσης που διαπιστεύουν φορείς αξιολόγησης συμμόρφωσης.

Σύμφωνα με τον European co-operation for Accreditation (EA) (<https://european-accreditation.org>) η διαπίστευση είναι μια διαδικασία τρίτου μέρους, αμερόληπτη και ανεξάρτητη που αξιολογεί και επιβεβαιώνει ότι ένας οργανισμός είναι ικανός να εκτελεί συγκεκριμένες δοκιμές, επιθεωρήσεις, μετρήσεις και πιστοποιήσεις. Χρησιμοποιώντας τέτοιες διαπιστευμένες υπηρεσίες, οι επιχειρήσεις μπορούν να αποδείξουν τη συμμόρφωση με τα πρότυπα και τους κανονισμούς. Μπορούμε να πούμε ότι η διαπίστευση παρέχει εμπιστοσύνη με τα πιστοποιητικά και τις βεβαιώσεις συμμόρφωσης αφού υποστηρίζει την ποιότητα των αποτελεσμάτων διασφαλίζοντας την ιχνηλασιμότητα, τη συγκρισιμότητα, την εγκυρότητα και την εναλλαξιμότητα.

Ποια η σχέση όμως διαπίστευσης και πιστοποίησης; Σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης και επενδύσεων και συγκεκριμένα την Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας (<https://www.ggb.gr/el/about-ggb-el>) ως διαπίστευση (accreditation) ορίζεται η διαδικασία επίσημης αναγνώρισης της τεχνικής επάρκειας και ικανότητας των φορέων πιστοποίησης και των εργαστηρίων από αρμόδια εθνική αρχή διαπίστευσης ενώ η πιστοποίηση (certification) είναι η επιβεβαίωση από ανεξάρτητο φορέα τρίτου μέρους ότι προϊόντα, διεργασίες συστήματα ή πρόσωπα, συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις συγκεκριμένων προτύπων ή προδιαγραφών. Πραγματοποιείται μέσω ενός δικτύου οργανισμών πιστοποίησης, ελέγχου

και επιθεώρησης. Από τους ορισμούς καταλαβαίνουμε πως η διαπίστευση είναι σημαντική καθώς βεβαιώνει την τεχνική επάρκεια, αξιοπιστία και καταλληλότητα των οργανισμών που διαπιστεύει προκειμένου αυτοί (δηλαδή οι επιχειρήσεις πιστοποίησης) να εξασκούν με αξιοπιστία για λογαριασμό τους τις δραστηριότητες πιστοποίησης, τεχνικών ελέγχων και δοκιμών.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 765/2008, *διαπίστευση είναι η βεβαίωση από εθνικό οργανισμό διαπίστευσης ότι ένας οργανισμός αξιολόγησης της συμμόρφωσης πληροί τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί με εναρμονισμένα πρότυπα και, όπου είναι εφαρμοστέο, τις τυχόν πρόσθετες απαιτήσεις, συμπεριλαμβανομένων αυτών που καθορίζονται στα αντίστοιχα τομεακά συστήματα, για να εκτελεί μια συγκεκριμένη δραστηριότητα αξιολόγησης της συμμόρφωσης και ως εθνικός οργανισμός διαπίστευσης νοείται ο μόνος οργανισμός κράτους μέλους που εκτελεί τη διαπίστευση επί τη βάση εξουσίας που του παρέχει το κράτος αυτό.*

Οι θεμελιώδεις αρχές επί των οποίων βασίζεται ο θεσμός της διαπίστευσης σύμφωνα με τον Κανονισμό 765/2008 είναι οι εξής:

- κάθε κράτος μέλος ορίζει έναν και μόνο εθνικό οργανισμό διαπίστευσης (§1, Άρθρο 4)
- η διαπίστευση συνιστά άσκηση δημόσιας εξουσίας (§5, Άρθρο 4)
- ο εθνικός οργανισμός διαπίστευσης λειτουργεί σε μη κερδοσκοπική βάση (§7, Άρθρο 4)
- ο εθνικός οργανισμός διαπίστευσης συγκροτεί και διατηρεί κατάλληλες δομές στην οργανωτική του διάρθρωση για τη διασφάλιση της αποτελεσματικής και ισόρροπης συμμετοχής όλων των ενδιαφερομένων (§11, Άρθρο 4)
- ο εθνικός οργανισμός διαπίστευσης δεν ανταγωνίζεται τους οργανισμούς αξιολόγησης της συμμόρφωσης (§1, Άρθρο 6)
- διαπίστευση χορηγείται μόνον σε νομικά πρόσωπα - οντότητες, και όχι σε φυσικά πρόσωπα (§10 & §13, Άρθρο 2)

Για τα οφέλη και το τι προσφέρει η διαπίστευση θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως υποστηρίζει την αγορά και το εμπόριο γενικότερα μέσω της διευκόλυνσης της κυκλοφορίας

αγαθών και υπηρεσιών όπου η ζήτηση για ποιότητα και ασφάλεια αυξάνεται. Προσφέρει μια εναρμονισμένη, διαφανή και βιώσιμη προσέγγιση η οποία:

- συμβάλλει στην εκπλήρωση των νομικών απαιτήσεων
- επιτρέπει την καινοτομία
- οικοδομεί την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και των επιχειρήσεων
- αυξάνει την παραγωγικότητα και μειώνει το κόστος
- διευκολύνει την πρόσβαση σε νέες αγορές

2.2 Εθνικοί φορείς διαπίστευσης

Όπως είδαμε και στο προηγούμενο εδάφιο, σε κάθε χώρα υπάρχει ένας Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης (NAB) ανά κράτος μέλος σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΚ αριθ. 765/2008. Ως εξουσιοδοτημένος φορέας που ορίζεται από τις εθνικές αρχές του, ο Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης εκτελεί τη διαπίστευση αξιολογώντας τους Φορείς Πιστοποίησης σε σχέση με τα διεθνή πρότυπα. Η διαδικασία διαπίστευσης καθορίζει την τεχνική επάρκεια και την ακεραιότητα των οργανισμών που προσφέρουν υπηρεσίες παροχής δοκιμών, εξέτασης, επικύρωσης και επαλήθευσης, επιθεώρησης, βαθμονόμησης, πιστοποίησης, παραγωγής υλικού αναφοράς και δοκιμών επάρκειας (συλλογικά γνωστές ως αξιολόγηση συμμόρφωσης). Η διαπίστευση λειτουργεί προς το δημόσιο συμφέρον σε όλους τους τομείς της αγοράς, παρέχοντας μια διαφανή και αμερόληπτη αξιολόγηση αυτών των υπηρεσιών σε σχέση με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα και άλλες εθνικές ή τομεακές απαιτήσεις.

Μαζί, η πιστοποίηση και η διαπίστευση αποτελούν σημαντικά μέρη της ποιοτικής υποδομής ενός έθνους, μαζί με τη μετρολογία και την τυποποίηση. Οικοδομούν την εμπιστοσύνη ότι τα αγαθά και οι υπηρεσίες, οι διαδικασίες, τα συστήματα διαχείρισης και η εργασία των ατόμων συμμορφώνονται με τα εθνικά και διεθνή πρότυπα και κανονισμούς. Βοηθούν επίσης στη διαχείριση κινδύνων και στη λήψη αποφάσεων των κατασκευαστών και των ρυθμιστικών αρχών.

Διαπιστευμένος φορέας είναι ένας φορέας που έχει υποβληθεί επιτυχώς σε διαπίστευση. Σημαίνει ότι έχει αξιολογηθεί και έχει ληφθεί θετική απόφαση για τη χορήγηση διαπίστευσης για ένα συμφωνημένο πεδίο εφαρμογής. Ο διαπιστευμένος οργανισμός

δικαιούται να χρησιμοποιεί το σήμα του Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης για το πεδίο ή τα πεδία για τα οποία έχει διαπιστευθεί.

Οι διαπιστευμένοι φορείς που παρέχουν υπηρεσίες αξιολόγησης της συμμόρφωσης πληρούν όλα τα απαιτούμενα πρότυπα, καθώς και τις ρυθμιστικές απαιτήσεις και τα ειδικά τομεακά κριτήρια, όσον αφορά:

- τεχνική ικανότητα
- ανεξαρτησία, αμεροληψία και ακεραιότητα
- διαχείριση κινδύνου
- επαρκή χρήση ανθρώπινου δυναμικού και εξοπλισμού
- μηχανισμός για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών
- σύστημα καταγγελιών και προσφυγών

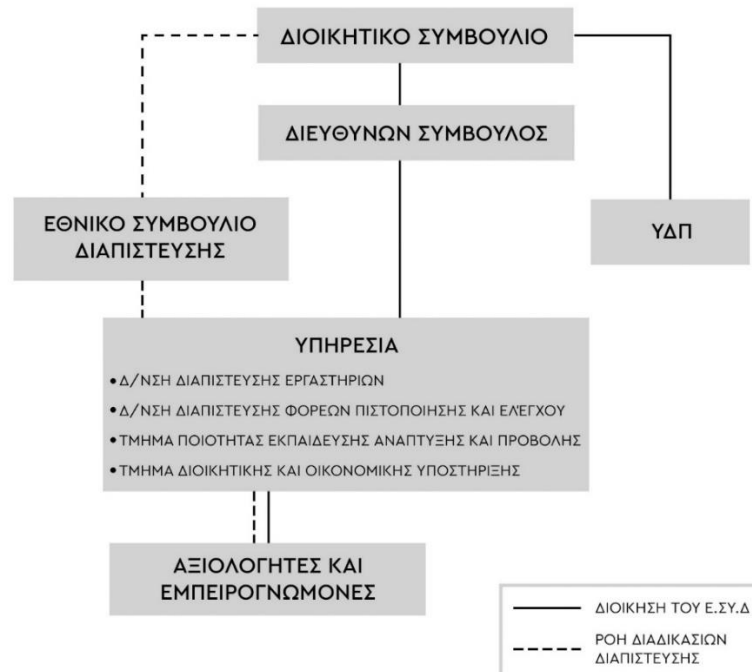
Το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.) (<https://esyd.gr/main/>) ορισμένο από την ελληνική κυβέρνηση ως ο Εθνικός Οργανισμός Διαπίστευσης της Ελλάδας σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 765/2008, αξιολογεί την τεχνική επάρκεια, την ανεξαρτησία και την αμεροληψία των φορέων πιστοποίησης, ελέγχου και επαλήθευσης όπως επίσης και των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων.

Σύμφωνα με τον Ε.ΣΥ.Δ ως διαπίστευση εννοείται η διαδικασία εκείνη κατά την οποία το Ε.ΣΥ.Δ. εξετάζει και βεβαιώνει επίσημα, με τη χορήγηση Πιστοποιητικού Διαπίστευσης, ότι ένας φορέας, ο οποίος, για παράδειγμα, μπορεί να είναι ένα εργαστήριο ή ένας φορέας πιστοποίησης ή ελέγχου, έχει την ικανότητα να προσφέρει συγκεκριμένες υπηρεσίες, οι οποίες προσδιορίζονται σε ιδιαίτερο έγγραφο που συνοδεύει το Πιστοποιητικό Διαπίστευσης, το Επίσημο Πεδίο Εφαρμογής της Διαπίστευσης (ΕΠΕΔ).

Το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης ως Αυτοτελής Λειτουργική Μονάδα του Εθνικού Συστήματος Υποδομών Ποιότητας (Ε.Σ.Υ.Π./Ε.ΣΥ.Δ.) από τον Ιανουάριο του 2013, είναι ο εθνικός φορέας διαπίστευσης. Το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης Α.Ε. (Ε.ΣΥ.Δ Α.Ε.) είχε ιδρυθεί το 2002 με το ν.3066/2002 [ΦΕΚ 252/Α/2002] με σκοπό την υλοποίηση, την εφαρμογή και τη διαχείριση του Εθνικού Συστήματος Διαπίστευσης. Έχει ορισθεί ως ο Εθνικός Οργανισμός Διαπίστευσης της Ελλάδας σύμφωνα και με τις απαιτήσεις του Άρθρου 4 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 765/2008 όπου κάθε κράτος μέλος ορίζει έναν και

μόνο εθνικό οργανισμό διαπίστευσης. Με το Ν.4468/2017 ιδρύεται το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.), νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα με σκοπό την υλοποίηση, εφαρμογή και διαχείριση του Εθνικού Συστήματος Διαπίστευσης, διαθέτει διοικητική και οικονομική αυτοτέλεια και εποπτεύεται από τον Υπουργό Οικονομίας και Ανάπτυξης

Το Ε.ΣΥ.Δ, αποτελεί τον επίσημο τεχνικό σύμβουλο της Πολιτείας σε θέματα διαπίστευσης και έχει την αρμοδιότητα λήψεως αποφάσεων στα θέματα αυτά. Η λειτουργία του Ε.ΣΥ.Δ. υποβοηθείται από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης, τους αξιολογητές και τους εμπειρογνώμονες (Εικόνα 1). Στο Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης συμμετέχουν εκπρόσωποι Υπουργείων και Επιστημονικών, Επαγγελματικών και Κοινωνικών Φορέων. Με τη σύνθεσή αυτή της ισόρροπης εκπροσώπησης των ενδιαφερομένων μερών εξασφαλίζεται η λειτουργία του Συμβουλίου με ανεξαρτησία και αμεροληψία.



Εικόνα 1: Οργανόγραμμα ΕΣΥΔ

Το Ε.ΣΥ.Δ. είναι πλήρες μέλος όλων των Συμφωνιών Αμοιβαίας Αναγνώρισης του Ευρωπαϊκού και του Διεθνούς Δικτύου των Φορέων Διαπίστευσης, έχοντας διαξιολογηθεί επιτυχώς από τα άλλα μέλη.

Για τη χορήγηση πιστοποιητικού διαπίστευσης, γίνεται επιτόπου αξιολόγηση του υποψήφιου φορέα από ομάδα αξιολογητών και ενδεχομένως εμπειρογνομόνων, τα μέλη της οποίας διαθέτουν σε βάθος γνώση του αντίστοιχου τεχνικού αντικειμένου, καθώς και εμπειρία στην αξιολόγηση συστημάτων διασφάλισης της ποιότητας. Οι αξιολογητές του Ε.ΣΥ.Δ. επιλέγονται και εκπαιδεύονται σύμφωνα με αυστηρά καθορισμένα κριτήρια και διαδικασίες και υπακούουν σε κανόνες σχετικά με την ανεξαρτησία, την ακεραιότητα και την εχεμύθεια που πρέπει να διαθέτουν.

Από την αίτηση έως τη χορήγηση διαπίστευσης (Πίνακας 1), οι φορείς αξιολόγησης συμμόρφωσης πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης προϊόντων και υπηρεσιών (https://esyd.gr/main/wp-content/uploads/2020/03/DENHMERGR_29_3_2019.pdf). Οι φορείς αξιολόγησης συμμόρφωσης που υποβάλλουν την αίτηση αξιολογούνται από το Ε.ΣΥ.Δ. σε όλα τα στάδια μέχρι την έκδοση του πιστοποιητικού διαπίστευσης. Το Ε.ΣΥ.Δ. διασφαλίζει ότι ο αιτών πληροί τις απαραίτητες απαιτήσεις των προτύπων διαπίστευσης μέσω αξιολογήσεων που διενεργήθηκαν τόσο πριν από τη χορήγηση ή επέκταση της διαπίστευσης όσο και κατά τη διάρκεια των φάσεων επιτήρησης και ανανέωσης. Το πιστοποιητικό διαπίστευσης έχει διάρκεια τεσσάρων ετών.

Στάδιο	Διαδικασία
Πληροφόρηση	Ο υποψήφιος για διαπίστευση φορέας πληροφορείται σχετικά με τα Κριτήρια, τους Κανονισμούς, τα Τέλη και τη Διαδικασία Διαπίστευσης, από τα έγγραφα που εκδίδει το Ε.ΣΥ.Δ., επισκεπτόμενος την Ιστοσελίδα ή απευθυνόμενος στις υπηρεσίες του Ε.ΣΥ.Δ.
Αίτηση	Ο φορέας υποβάλλει στο Ε.ΣΥ.Δ. συμπληρωμένη έντυπη αίτηση, συνοδευόμενη εις διπλούν με εγχειρίδιο για την ποιότητα και τις σχετικές διαδικασίες και καταβάλλει τα Τέλη Αίτησης.
Εξέταση της Αίτησης και	<ul style="list-style-type: none">• Αρχικός έλεγχος της πληρότητας των υποβληθέντων στοιχείων.

ορισμός Ομάδας Αξιολόγησης	<ul style="list-style-type: none"> • Εξέταση της δυνατότητας του Ε.ΣΥ.Δ. για άμεση ανταπόκριση και, σε θετική περίπτωση, ορισμός και αποδοχή ή όχι από τον φορέα της ομάδας αξιολόγησης.
Προαξιολόγηση στις εγκαταστάσεις του φορέα (προαιρετική)	<ul style="list-style-type: none"> • Εντοπισμός πιθανών σημαντικών ελλείψεων και συμπλήρωσή τους από τον φορέα. • Οριστικοποίηση της ομάδας αξιολόγησης και προϋπολογισμός των τελών διαπίστευσης.
Κυρίως Αξιολόγηση στις εγκαταστάσεις του φορέα	<ul style="list-style-type: none"> • Προκαταβολή μέρους των τελών διαπίστευσης. • Εντοπισμός μη συμμορφώσεων, πρόταση και υλοποίηση από το φορέα διορθωτικών ενεργειών. • Παρακολούθηση επιθεωρήσεων Φορέων Πιστοποίησης ή Φορέων Ελέγχου ή Φορέων Επαλήθευσης ή Περιβαλλοντικών Επαληθευτών • Παρακολούθηση επιτόπου επιθεωρήσεων του φορέα, όπου απαιτείται. • Εντοπισμός μη συμμορφώσεων, πρόταση και υλοποίηση από τον φορέα διορθωτικών ενεργειών.
Εισήγηση	Εισήγηση του επικεφαλής αξιολογητή προς την αντίστοιχη Υπηρεσία για τη χορήγηση διαπίστευσης, η οποία στη συνέχεια εισηγείται μέσω του Εισηγητή Διαπίστευσης προς το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης.
Έγκριση	<ul style="list-style-type: none"> • Το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης εγκρίνει την εισήγηση, η οποία στη συνέχεια επικυρώνεται από το Διοικητικό Συμβούλιο του Ε.ΣΥ.Δ., το οποίο αποφασίζει για τη χορήγηση πιστοποιητικού διαπίστευσης στο φορέα.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ενημέρωση του φορέα για το προτεινόμενο πεδίο διαπίστευσης (ΕΠΕΔ).
Χορήγηση διαπίστευσης	Ο φορέας, εφόσον αποδεχθεί το προταθέν ΕΠΕΔ, εξοφλεί τα τέλη διαπίστευσης και χορηγείται σε αυτόν το αντίστοιχο Πιστοποιητικό Διαπίστευσης.
Επιτήρηση	Για τη διατήρηση της διαπίστευσης, διενεργείται ετήσια επιτήρηση του διαπιστευμένου φορέα, ο οποίος καταβάλλει τα αντίστοιχα τέλη επιτήρησης.
Επαναξιολόγηση	Κάθε τέσσερα χρόνια διενεργείται συνολική επαναξιολόγηση του φορέα.

Πίνακας 1: Διαδικασία διαπίστευσης οργανισμού/φορέα πιστοποίησης

2.3 Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη Διαπίστευση

2.3.1 EA και MLA

Όπως αναφέρει και ο ίδιος ο Ε.ΣΥ.Δ μέσα από την επίσημη ιστοσελίδα (<https://esyd.gr/main/diethnis-anagnorisi/>), οι ευρωπαϊκοί εθνικοί φορείς διαπίστευσης έχουν συστήσει την Ευρωπαϊκή Συνεργασία για τη Διαπίστευση (European co-operation for Accreditation - EA), η οποία συντονίζει και επιβλέπει τις δραστηριότητές τους. Στο πλαίσιο της EA συνάπτονται Πολυμερείς Συμφωνίες (Multilateral Agreements - MLAs) Αμοιβαίας Ισότητας Αναγνώρισης των δραστηριοτήτων των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης. Το Ε.ΣΥ.Δ. είναι ιδρυτικό μέλος της EA. Από τον Μάρτιο του 2004 έχει ενταχθεί, ύστερα από διεξοδική αξιολόγηση, στις Συμφωνίες MLA για τα Εργαστήρια Δοκιμών, τα Εργαστήρια Διακριβώσεων, τους Φορείς Ελέγχου και από τον Μάρτιο 2005 για τους Φορείς Πιστοποίησης στο σύνολο των δραστηριοτήτων τους, με προφανείς ευνοϊκές επιπτώσεις στην καταξίωση των διαπιστευμένων από το Ε.ΣΥ.Δ. οργανισμών και στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της εθνικής οικονομίας, γενικότερα. Το 2014 το Ε.ΣΥ.Δ. έγινε μέλος

στις Συμφωνίες MLA για την Επαλήθευση των Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου και το 2017 για τους Διοργανωτές Διεργαστηριακών Συγκρίσεων. Άμεση συνέπεια της ένταξης στις Συμφωνίες MLA είναι ότι οι εθνικοί φορείς διαπίστευσης όλων των ευρωπαϊκών χωρών, οφείλουν να υποστηρίζουν την αποδοχή στη χώρα τους, των εκθέσεων δοκιμών, των βεβαιώσεων και των πιστοποιητικών, που εκδίδουν οι διαπιστευμένοι από το Ε.ΣΥ.Δ. φορείς και εργαστήρια, και να τις αναγνωρίζουν ως ισότιμες προς τις εκθέσεις, τις βεβαιώσεις και τα πιστοποιητικά των εργαστηρίων και φορέων που έχουν διαπιστεύσει οι ίδιοι. Η παραπάνω αναγνώριση επεκτείνεται αυτόματα σε παγκόσμια κλίμακα. Το Ε.ΣΥ.Δ. συμμετέχει τακτικά στις Γενικές Συνελεύσεις της ΕΑ και στις συνεδριάσεις των Επιτροπών MLA, Εργαστηρίων, Φορέων Πιστοποίησης και Φορέων Ελέγχου.

Από την ίδια την ΕΑ (<https://european-accreditation.org/about-ea/who-are-we/>) γίνεται ξεκάθαρο ότι είναι οργανισμός που επιτρέπει στα μέλη του Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης (NAB) να μοιράζονται και να οικοδομούν ένα κοινό σώμα γνώσεων για να αναπτύξουν μια υγιή και εναρμονισμένη προσέγγιση για τη διαπίστευση, η οποία απαιτείται για να διασφαλιστεί ότι οι Φορείς Αξιολόγησης Συμμόρφωσης έχουν την τεχνική ικανότητα να εκτελέσουν το έργο τους. Είναι μια μη κερδοσκοπική ένωση, εγγεγραμμένη στην Ολλανδία. Ορίζεται επίσημα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. Νο 765/2008 να αναπτύξει και να διατηρήσει μια πολυμερή συμφωνία αμοιβαίας αναγνώρισης, την ΕΑ MLA, βασισμένη σε μια εναρμονισμένη υποδομή διαπίστευσης.

Η ΕΑ MLA (<https://european-accreditation.org/mutual-recognition/the-ea-mla/>) υπάρχει για να διευκολύνει το δίκαιο εμπόριο, να διασφαλίσει την ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών και να μειώσει τα τεχνικά εμπόδια στο εμπόριο. Είναι ο οργανισμός που επιτρέπει στα μέλη του, τους Εθνικούς Φορείς Διαπίστευσης (NAB) να μοιράζονται και να οικοδομούν ένα κοινό σώμα γνώσεων για να αναπτύξουν μια υγιή και εναρμονισμένη προσέγγιση για τη διαπίστευση, η οποία απαιτείται για να διασφαλιστεί ότι οι Φορείς Αξιολόγησης Συμμόρφωσης έχουν την τεχνική ικανότητα να εκτελέσουν το έργο τους. Αυτή τη στιγμή έχει 49 Μέλη που είναι Εθνικοί Φορείς Διαπίστευσης (NAB) και είναι επίσημα αναγνωρισμένοι από τις εθνικές τους κυβερνήσεις για να αξιολογούν και να επαληθεύουν - σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα - οργανισμούς που εκτελούν δραστηριότητες αξιολόγησης της συμμόρφωσης όπως πιστοποίηση, επαλήθευση, επιθεώρηση, δοκιμή και βαθμονόμηση.

Αξιολογεί τα μέλη του Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης (NAB) που αξιολογούν φορείς πιστοποίησης και επιθεώρησης, εργαστήρια δοκιμών, ιατρικών εργαστηρίων και βαθμονόμησης, καθώς και φορείς επικύρωσης και επαλήθευσης. Εάν ένας Φορέας Αξιολόγησης Συμμόρφωσης είναι διαπιστευμένος από ένα από τα Μέλη του δικτύου EA, οι πελάτες του μπορούν να έχουν εμπιστοσύνη στην ικανότητα, την ανεξαρτησία και την αμεροληψία του έργου αξιολόγησης της συμμόρφωσης.

2.3.2 Απαιτήσεις ένταξης μέλους

Για να είναι πλήρες ή συνδεδεμένο μέλος της EA, ένας Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης (NAB) πρέπει να συμμορφώνεται με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Να διοριστεί από το κράτος μέλος ως ο ενιαίος Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης (NAB)
- Η λειτουργία της διαπίστευσης να ισοδυναμεί με δραστηριότητα δημόσιας αρχής με επίσημη αναγνώριση από το κράτος μέλος
- Να έχουν σαφώς διακριτά καθήκοντα και ευθύνες από άλλες εθνικές αρχές
- Η λειτουργία του να γίνεται σε μη κερδοσκοπική βάση
- Να μην έχουν ιδιόκτητες μετοχές ή με άλλο τρόπο δεν έχουν οικονομικό ή διαχειριστικό συμφέρον σε Φορέα Αξιολόγησης Συμμόρφωσης
- Να μην παρέχουν υπηρεσίες δοκιμών επάρκειας
- Να μην ανταγωνίζεται άλλους Εθνικούς Φορείς Διαπίστευσης (NAB) σύμφωνα με τους κανόνες EA, IAF και ILAC
- Να δραστηριοποιούνται εκτός των εθνικών συνόρων, εντός της επικράτειας άλλου κράτους μέλους, μόνο όταν πληρούνται οι περιστάσεις που ορίζονται στα ισχύοντα νομικά έγγραφα, EA, IAF και ILAC
- Όταν δραστηριοποιείται διασυνοριακά, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες εξαιρέσεις, ενημερώνει τον Εθνικό Φορέα Διαπίστευσης (NAB) αυτού του κράτους μέλους και του προσφέρει την ευκαιρία να συμμετέχουν ως παρατηρητές
- Να προχωράνε σε δημοσίευση ελεγμένων ετήσιων λογαριασμών που καταρτίζονται σύμφωνα με τις γενικά αποδεκτές λογιστικές αρχές

- Να δημοσιεύουν πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων από ομότιμους

Η αίτηση για ένταξη υποβάλλεται στη Γραμματεία της EA (secretariat@european-accreditation.org). Η Γενική Συνέλευση της EA αποφασίζει εάν θα αποδεχτεί έναν αιτούντα ως Μέλος, με βάση τη συμμόρφωσή του με τις ισχύουσες απαιτήσεις.

Όσον αφορά την δομή της EA, αυτή αναλύεται στα εξής όργανα:

- 1) η Γενική Συνέλευση είναι το ανώτατο όργανο λήψης αποφάσεων του σωματείου
- 2) το Εκτελεστικό Συμβούλιο είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή των πολιτικών διακυβέρνησης και χρηματοοικονομικών υπηρεσιών της EA, καθώς και για τη διαχείριση του οργανισμού (συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής διαχείρισης) μεταξύ των συνεδριάσεων της Γενικής Συνέλευσης και σύμφωνα με τις οδηγίες της Γενικής Συνέλευσης
- 3) το Advisory Board είναι το κύριο φόρουμ της EA για τις σχέσεις με τους ενδιαφερόμενους
- 4) το Τεχνικό Διοικητικό Συμβούλιο είναι υπεύθυνο για τον συντονισμό των τεχνικών δραστηριοτήτων της EA

Για να εξασφαλιστεί η συνεχής συμμόρφωση, οι Εθνικοί Φορείς Διαπίστευσης επανεκτιμώνται τακτικά, μέσω του EA MLA σε ευρωπαϊκό επίπεδο (<https://european-accreditation.org/mutual-recognition/peer-evaluation/>), για να διασφαλιστεί ότι:

- συμβαδίζουν με τις τεχνικές και κανονιστικές αλλαγές στον τομέα της εμπειρογνωμοσύνης τους
- διατηρούν τα πρότυπα εργασίας τους
- επιδεικνύουν πρακτική ικανότητα και ορθή κρίση
- Η διαπίστευση δίνει εμπιστοσύνη στις ρυθμιστικές αρχές ότι οι κανονισμοί εφαρμόζονται αποτελεσματικά προς όφελος των επιχειρήσεων και των καταναλωτών

Τα μέλη της EA δεσμεύονται να διασφαλίσουν την εμπιστοσύνη στα διαπιστευμένα αποτελέσματα αξιολόγησης της συμμόρφωσης μέσω της εναρμονισμένης λειτουργίας των δραστηριοτήτων διαπίστευσης για την υποστήριξη των ευρωπαϊκών και παγκόσμιων οικονομιών.

2.3.3 Βασικές Αρχές Διαπίστευσης στην ΕΑ

➤ Αμεροληψία

Στον τομέα της διαπίστευσης, ο κανόνας της αμεροληψίας απαιτεί από τον Εθνικό Φορέα Διαπίστευσης (NAB) να είναι αμερόληπτος στη λήψη απόφασης για τη διαπίστευση. Σημαίνει ότι το NAB δεν θα έχει καμία σύγκρουση συμφερόντων με τον φορέα που υποβάλλει αίτηση για διαπίστευση και ότι το NAB δεν θα υπόκειται σε καμία άλλη πίεση εμπορικής ή οικονομικής φύσης.

Αυτό προβλέπεται στο άρθρο 8 του Κανονισμού (ΕΚ) 765/2008 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τις «Απαιτήσεις για τα NAB», το οποίο *ορίζει ότι ένα NAB πρέπει να είναι οργανωμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να το καθιστά ανεξάρτητο από τους Φορείς Αξιολόγησης Συμμόρφωσης (Conformity Assessment Bodies CAB) που αξιολογεί και των εμπορικών πιέσεων και να διασφαλιστεί ότι δεν θα προκύψουν σύγκρουση συμφερόντων με τα CAB*. Στην πράξη, η αμεροληψία σημαίνει επίσης ότι η απόφαση διαπίστευσης λαμβάνεται από άτομα διαφορετικά από εκείνα που διεξήγαγαν την αξιολόγηση.

➤ Αρχή μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα

Η ΕΑ και τα μέλη του Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης είναι μη κερδοσκοπικοί και διανομείς οργανισμοί προκειμένου να εκπληρώσουν την επίσημη υποχρέωσή τους να ενεργούν προς το δημόσιο συμφέρον.

Ως εκ τούτου, η διαπίστευση πρέπει να λειτουργεί υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- σε εθνικό επίπεδο, με αναγνωρισμένη εντολή από την κυβέρνηση
- με πλήρη ανεξαρτησία και αμεροληψία
- με πλήρη λογοδοσία έναντι όλων των ενδιαφερομένων, χωρίς να κυριαρχεί ένα ενιαίο συμφέρον ή ομάδα συμφερόντων
- ως δραστηριότητα παροχής υπηρεσιών μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα
- χωρίς κανέναν ανταγωνισμό

➤ Διασυνοριακή διαπίστευση

Η διασυνοριακή διαπίστευση αναφέρεται στις αρχές για τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ΕΑ στη διαδικασία διαπίστευσης όταν η διαπίστευση χορηγείται από ξένο Εθνικό Φορέα Διαπίστευσης, δηλαδή από Εθνικό Φορέα Διαπίστευσης που δεν είναι ο τοπικός Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό 765/2008 και την Πολιτική και Διαδικασία Διασυνοριακής Διαπίστευσης της ΕΑ για Διασυνοριακή Συνεργασία μεταξύ των Μελών της ΕΑ (ΕΑ-2/13), κάθε Φορέας Διαπίστευσης θα πρέπει κατά κύριο λόγο να παρέχει υπηρεσίες στην τοπική του αγορά. Ωστόσο, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, ένας Εθνικός Φορέας Διαπίστευσης μπορεί να παρέχει διαπίστευση σε χώρα ή οικονομία άλλου Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η αρχή της πολιτικής είναι να ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των ξένων Φορέων Διαπίστευσης και των τοπικών Εθνικών Φορέων Διαπίστευσης και να υποστηρίζει την τοπική διαπίστευση προσφέροντας στους τοπικούς Εθνικούς Φορείς Διαπίστευσης την ευκαιρία να αναθέσουν υπεργολαβία, να συμμετάσχουν σε κοινή αξιολόγηση ή παρατηρήστε την αξιολόγηση.

Τα οφέλη που προσφέρει η ΕΑ μέσα από την δράση της για κάθε κλάδο κατηγορία/ομάδα δραστηριότητας είναι:

❖ Για εθνικές κυβερνήσεις και ρυθμιστικές αρχές

- Υποστήριξη της εφαρμογής της ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας επιβεβαιώνοντας τη συμμόρφωση με τα πρότυπα και τις ισχύουσες απαιτήσεις
- Ενίσχυση του εμπορίου και της οικονομικής ανάπτυξης δίνοντας στις κυβερνήσεις εμπιστοσύνη στη διαπίστευση και στους ικανούς προμηθευτές αγαθών και υπηρεσιών
- Περιορισμός κόστους και πόρων με την εξάλειψη ορισμένων διοικητικών υποχρεώσεων. Η ΕΑ MLA μειώνει την ανάγκη πρόσληψης εξειδικευμένου προσωπικού αξιολόγησης για ρυθμιστικούς ελέγχους και αποφεύγει την επανάληψη των ελέγχων

❖ Για τη βιομηχανία και την επιχειρηματική κοινότητα

- Ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας: με την ΕΑ MLA, οι επιχειρήσεις μπορούν να διαφοροποιήσουν τις υπηρεσίες τους παρέχοντας αντικειμενικά στοιχεία τεχνικής

- επάρκειας, αμεροληψίας και συμμόρφωσης με τις διεθνείς απαιτήσεις και να αποφύγουν το κόστος της επανάληψης δοκιμών
- Μείωση των ελέγχων και αύξηση της ποιότητας: η εισαγωγή αγαθών και υπηρεσιών με διαπιστευμένη έκθεση ή πιστοποιητικό EA MLA μπορεί να είναι λιγότερο επικίνδυνη και φθηνότερη, καθώς οι επιχειρήσεις δεν χρειάζεται να παρέχουν πρόσθετα στοιχεία
 - Υποστήριξη των εξαγωγών: καθώς η EA MLA αναγνωρίζεται διεθνώς, ανοίγει νέες ευκαιρίες στην παγκόσμια αγορά εξαλείφοντας τα εμπόδια στο εμπόριο
- ❖ Για τους καταναλωτές και τους πολίτες
- Δημιουργία εμπιστοσύνης: η εμπιστοσύνη των καταναλωτών στην αγορά ενισχύεται όταν γνωρίζουν ότι τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που επιλέγουν ελέγχονται από έναν ανεξάρτητο και αρμόδιο φορέα, ο οποίος αξιολογείται τακτικά από έναν αμερόληπτο φορέα
 - Λειτουργία προς το δημόσιο συμφέρον: σε όλη τη διάρκεια της αλυσίδας εφοδιασμού, τα συμφέροντα των καταναλωτών προστατεύονται από τους υπογράφοντες της EA MLA
 - Παροχή στους πολίτες και τους καταναλωτές καλύτερου και ασφαλέστερου περιβάλλοντος και καλύτερων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση των προϊόντων και των υπηρεσιών με την ευρωπαϊκή νομοθεσία

2.3.4 Η EA σε διεθνές επίπεδο (IAF και ILAC)

Το EA MLA αναγνωρίζεται σε διεθνές επίπεδο από το IAF (International Accreditation Forum) και το ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation), τις δύο παγκόσμιες ενώσεις Φορέων Διαπίστευσης (<https://european-accreditation.org/mutual-recognition/iaf-ilac-recognition/>). Σημαίνει ότι η διαπίστευση από ένα από τα Μέλη της EA MLA θεωρείται ότι προσδίδει τόση εμπιστοσύνη με τη διαπίστευση που παρέχεται από οποιοδήποτε υπογράφοντα στην αμοιβαία συμφωνία IAF ή ILAC.

“Διαπιστευμένο μία φορά, αποδεκτό παντού!”

Δηλαδή, μια έκθεση δοκιμής ή πιστοποιητικό που εκδίδεται από διαπιστευμένο CAB μπορεί να αναγνωριστεί από τα μέρη που έχουν υπογράψει τις πολυμερείς συμφωνίες IAF και ILAC. Με αυτόν τον τρόπο, η EA MLA λειτουργεί ως διεθνές διαβατήριο για το εμπόριο.

Χάρη σε αυτήν την αμοιβαία αναγνώριση:

- Οι διεθνείς αγορές έχουν εμπιστοσύνη στον EA MLA και στα αποτελέσματα αξιολόγησης της συμμόρφωσης που παρέχονται από οργανισμούς διαπιστευμένους από τους υπογράφοντες τον EA MLA.
- δεν υπάρχει ανάγκη για προϊόντα και υπηρεσίες να ελέγχονται εκ νέου, να βαθμονομούνται, να επιθεωρούνται εκ νέου ή να επαναπιστοποιούνται σε κάθε χώρα στην οποία εισάγονται και πωλούνται.
- βοηθά την ελεύθερη κυκλοφορία αγαθών και υπηρεσιών σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο.

Το Διεθνές Φόρουμ Διαπίστευσης (IAF) (Εικόνα 2) είναι η παγκόσμια ένωση των Εθνικών Φορέων Διαπίστευσης (NAB) που ενδιαφέρονται για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης στους τομείς των συστημάτων διαχείρισης, προϊόντων, υπηρεσιών, προσωπικού, επικύρωσης και επαλήθευσης και άλλων παρόμοιων προγραμμάτων αξιολόγησης της συμμόρφωσης.

Η ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) (Εικόνα 2) είναι ο διεθνής οργανισμός διαπίστευσης εργαστηρίου, φορέας επιθεώρησης, παραγωγού υλικού αναφοράς και παρόχου δοκιμών επάρκειας σύμφωνα με το ISO/IEC 17011. Τα μέλη του αποτελούνται από Φορείς Διαπίστευσης και οργανισμούς ενδιαφερόμενων μερών σε όλο τον κόσμο.

Ο βασικός σκοπός της ILAC είναι να παρέχει εμπιστοσύνη στην ικανότητα των φορέων που εκτελούν και υποστηρίζουν αυτές τις δραστηριότητες, θεσπίζοντας μια διεθνή συμφωνία μεταξύ των μελών των Φορέων Διαπίστευσης που βασίζεται στην αξιολόγηση από ομότιμους και την αμοιβαία αποδοχή.

Ως Αναγνωρισμένη Περιφερειακή Ομάδα Διαπίστευσης, η EA αξιολογείται από ομότιμους κάθε τέσσερα χρόνια, σύμφωνα με μια διαδικασία παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ενός ενιαίου Εθνικού Φορέα Διαπίστευσης (NAB). Ο στόχος είναι να

επιβεβαιωθεί ότι τα κριτήρια και οι διαδικασίες ΕΑ για τη συμμετοχή και την αξιολόγηση από ομότιμους MLA πληρούν τις απαιτήσεις της IAF και της ILAC.



Εικόνα 2: Σύμβολα των IAF και ILAC

Όπως τονίζουν οι Frauke Behrens και Monika Wloka (2008) σε σχετική έκθεση, οι διακανονισμοί έχουν προσδώσει προστιθέμενη αξία στην οικονομία των χωρών που συμμετέχουν. Σε όλες τις περιπτώσεις, ισχύει ότι από τη στιγμή που το προϊόν υποβληθεί σε δοκιμή από έναν υπογράφοντα με ILAC arrangements, το προϊόν δεν χρειάζεται να δοκιμαστεί ξανά στην άλλη χώρα, ελαχιστοποιώντας έτσι τα τεχνικά εμπόδια στο εμπόριο. Εξίσου σημαντική είναι και η αναγνώριση εκθέσεων δοκιμών και πιστοποιητικών που εκδίδονται από εργαστήρια και ξένους φορείς πιστοποίησης διαπιστευμένους από μέλος των IAF και ILAC.

2.3.5 Στρατηγική ΕΑ 2025

Το 2017, η ευρωπαϊκή συνεργασία για τη διαπίστευση συμφώνησε στη «Στρατηγική ΕΑ 2025: από το καλό στο εξαιρετικό». Ο στόχος είναι να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη όλων των ενδιαφερομένων στη διαπίστευση και να εξελιχθεί η ΕΑ σε έναν επαγγελματία, αποτελεσματικό πάροχο υπηρεσιών που εξυπηρετεί τα μέλη και τους ενδιαφερόμενους φορείς της ΕΑ.

Η στρατηγική ορίζει 3 ρόλους για την ΕΑ:

1. Στρατηγικός. Ανάπτυξη διαπίστευσης και βελτίωση της προσφοράς υπηρεσιών αξιολόγησης της συμμόρφωσης σε στενή συνεργασία με τις ευρωπαϊκές ρυθμιστικές αρχές και τα ενδιαφερόμενα μέρη

2. Λειτουργικός. Γίνεται το κύριο φόρουμ για όλα τα μέρη για την ανταλλαγή και την ανταλλαγή εμπειρογνωμοσύνης, ώστε να τοποθετηθεί η ΕΑ ως η τεχνική αναφορά για την ανάπτυξη προγραμμάτων που υποστηρίζονται από τη διαπίστευση και την κάλυψη των αναγκών της αγοράς.
3. Υποστηρικτικός. Διαθέστε τον απαραίτητο οργανισμό, εξυπηρετώντας τα Μέλη στην καθημερινή τους επιχείρηση διαπίστευσης και ανάπτυξή τους.

Τα μέλη της ΕΑ συμμερίζονται το όραμα ότι η ΕΑ θα αποτελεί σημείο αναφοράς στον κόσμο για διαπίστευση, επιτρέποντας μια ανοιχτή και παγκόσμια αγορά για ανταγωνιστικές επιχειρήσεις και παρέχοντας διαβεβαίωση στους καταναλωτές σε μια βιώσιμη κοινωνία.

Για να επιτύχει το όραμά της, η ΕΑ έχει ορίσει τρεις στόχους:

1. Ορθή διοίκηση για την επίτευξη συνεπών και βιώσιμων αποτελεσμάτων.
2. Στενή συνεργασία με ρυθμιστικές αρχές και ενδιαφερόμενους φορείς για την ενίσχυση της διαπίστευσης σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο.
3. Συνέχιση της ανάπτυξης διαπίστευσης για την υποστήριξη της καινοτομίας και της ανάπτυξης σε υπάρχοντες και νέους τομείς.

Τα μέλη της ΕΑ δεσμεύονται να μοιράζονται τις βασικές αξίες της ΕΑ για να υποστηρίξουν την εφαρμογή της Στρατηγικής της ΕΑ και να δώσουν τη δυνατότητα στην ΕΑ ως οργανισμός μέλους να μιλήσει με «μία φωνή» και να επιτύχει τους στρατηγικούς στόχους έως το 2025.

Σύμφωνα με έκθεση του Janko Drnovsek (2007), υπήρχε συζήτηση από τα πρώτα χρόνια της νέας χιλιετίας, όπως η διεθνής μετρολογική εταιρεία επιδίωκε την ισοδυναμία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με πολλές εμπορικές δραστηριότητες, να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι οι διαδικασίες διαπίστευσης παρουσιάζουν παρόμοια επίπεδα ισοδυναμίας και αμοιβαίας εμπιστοσύνης. Θα πρέπει η διασυνοριακή πολιτική να ενθαρρύνει μεταξύ ξένων και τοπικών φορέων διαπίστευσης προκειμένου να παρέχει την καλύτερη εξυπηρέτηση για την τοπική οικονομία. Λύση θα μπορούσε να βρεθεί στον σχηματισμό κοινής δεξαμενής εμπειρογνομόνων και κάποιας μορφής κοινής ευρωπαϊκής υπηρεσίας διαπίστευσης. Οι κινήσεις και η στρατηγική ΕΑ 2025 υιοθετεί κάποιες ιδέες και σκέψεις από τα προαναφερθέντα χωρίς να μειώσει τον ρόλο

των εθνικών φορέων διαπίστευσης αλλά να ενισχύσει την από κοινού δράση και αναγνώριση των υπηρεσιών διαπίστευσης των φορέων μελών.

2.4 Η διαπίστευση προ και μετά πανδημίας

Η πανδημία COVID-19 έθεσε νέες και πολλαπλές προκλήσεις στους οργανισμούς και τις δραστηριότητές τους παγκοσμίως (W. Hussain, W. G. Spady, M. T. Naqash, S. Z. Khan, B. A. Khawaja and L. Conner, 2020). Οι φορείς αξιολόγησης της συμμόρφωσης (CAB) και διεθνείς φορείς διαπίστευσης (NAB), όπως τα εργαστήρια δοκιμών ή τα ιατρικά εργαστήρια, οι φορείς διαπίστευσης πιστοποίησης και επιθεώρησης, επηρεάστηκαν επίσης από τις σχετικές διαταραχές. Ο ρόλος τους σε αυτήν την κρίση είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς ιδιαίτερα οι CAB είναι βασικοί πυλώνες της υποδομής ποιότητας: οι δραστηριότητές τους διασφαλίζουν ότι τα προϊόντα και οι υπηρεσίες πληρούν τις απαιτήσεις όπως ορίζονται στα πρότυπα και τους κανονισμούς, συμβάλλοντας έτσι στην ασφάλεια και την αξιοπιστία τους.

Ο Covid-19 αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη Γουχάν της Κίνας στα τέλη του 2019 και εξελίχθηκε σε παγκόσμια πανδημία. Το ξέσπασμα του κορωνοϊού SARS-CoV-2 οδήγησε σε μια άνευ προηγουμένου παγκόσμια υγειονομική, κοινωνική και οικονομική κρίση. Το τελευταίο τροφοδοτήθηκε από τη βαθιά αβεβαιότητα καθώς και από τους ταξιδιωτικούς και άλλους περιορισμούς που επιβλήθηκαν από τις κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο για να περιορίσουν την εξάπλωση του ιού.

Με τις βιομηχανίες να παραμένουν στάσιμες παγκοσμίως, οι CAB, ως κεντρικός πυλώνας του (παγκόσμιου) εμπορίου και οικονομικής δραστηριότητας, παρουσίασαν μείωση της ζήτησης για τις υπηρεσίες τους με την έναρξη της πανδημίας (Koch, C., Asna Ashari, P., Mirtsch, M. et al., 2022). Οι CAB έπρεπε να ανταποκριθούν γρήγορα στην αυξανόμενη ζήτηση για συγκεκριμένες υπηρεσίες, π.χ., για να εξασφαλίσουν την προμήθεια ιατροτεχνολογικών προϊόντων και φαρμακευτικών προϊόντων ή την παράδοση προστατευτικού εξοπλισμού. Ειδικότερα, τα ιατρικά εργαστήρια διαδραμάτισαν κρίσιμο ρόλο στη διάγνωση και την ανάπτυξη εμβολίων και θεραπειών που απαιτούνται για την αντιμετώπιση της πανδημίας. Ωστόσο, η ικανότητα των CAB να παρέχουν τέτοιες υπηρεσίες έχει περιοριστεί, π.χ. λόγω ελλείψεων προσωπικού ή υλικών ή ταξιδιωτικών απαγορεύσεων.

Ως βασικές δραστηριότητες των NAB και CAB, οι επιτόπιοι έλεγχοι και επιθεωρήσεις επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από περιορισμούς ως αντίμετρα στην πανδημία, ειδικά στην πρώιμη φάση, αναγκάζοντάς τους να προσαρμοστούν γρήγορα. Διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση στον εξ αποστάσεως έλεγχο και τη χρήση τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών μεταξύ των φορέων πιστοποίησης και διαπίστευσης που εμπλέκονται σε εθελοντικά πρότυπα βιωσιμότητας ως απάντηση στην πανδημία, μια εξέλιξη που έχει ήδη διαμορφώσει μια νέα κανονικότητα. Ενώ η υιοθέτηση του εξ αποστάσεως ελέγχου σε αυτόν τον τομέα πριν από την πανδημία ήταν αργή, η πανδημία έχει επιταχύνει την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών σε φορείς, που προκλήθηκε από ταξιδιωτικές απαγορεύσεις και περιορισμούς στην πρόσβαση σε ιστότοπους πελατών (Nowicki P, Kafel P, 2021).

Από διάφορους NAB πάρθηκαν αποφάσεις είτε όσον αφορά κανονισμούς για την διασφάλιση της ασφαλούς εργασίας αξιολογητών και λοιπού προσωπικού, είτε όσον αφορά τον τρόπο της αξιολόγησης. Ως παράδειγμα θα αναφέρουμε τον Ε.ΣΥ.Δ. (<https://esyd.gr/main/>) όπου λαμβάνοντας υπόψη τις εξελίξεις σε σχέση με την εξάπλωση του κορωνοϊού (Covid-19) και ακολουθώντας τις οδηγίες των αρμόδιων Υπουργείων και του Εθνικού Οργανισμού Δημόσιας Υγείας, αποφάσισε την έναρξη των αξιολογήσεων με φυσική παρουσία σύμφωνα με ορισμένες οδηγίες ώστε να διασφαλίζονται η ασφάλη και η σύννομη πρόσβαση και εργασία της ομάδας αξιολόγησης στις εγκαταστάσεις τους και να προβούν σε όλες τις απαραίτητες ρυθμίσεις. Οι διαπιστευμένοι / υπό διαπίστευση φορείς αξιολόγησης συμμόρφωσης, βάσει των οδηγιών, έπρεπε να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την διεξαγωγή της αξιολόγησης κατά τρόπο που διασφαλίζει την υγεία και ασφάλεια των παρισταμένων, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, συμπεριλαμβανομένων αυτών που προβλέπονται για την πανδημία λόγω κορωνοϊού (Covid-19).

Η Accredia, ο ιταλικός διεθνής φορέας διαπίστευσης (<https://www.accredia.it/>) το 2021 μετά την έγκριση από αρμόδια τμήματα της, πήρε απόφαση για απομακρυσμένες αξιολογήσεις ως μέτρα για την αντιμετώπιση της εξάπλωσης του Covid-19. Αξιολογώντας την απόδοση των συγκεκριμένων απαραίτητων μέτρων κρίθηκαν άκρως επιτυχημένοι αφού οι δραστηριότητες διαπίστευσης έγιναν πιο αποτελεσματικές. Παρόμοιες κινήσεις παρατηρούνται από όλους τους NAB με αποτέλεσμα να παραμένουν ακόμη και τώρα με το επίσημο τέλος της πανδημίας οι απομακρυσμένες αξιολογήσεις.

2.5 Αξιολόγηση λειτουργιών ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης

Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε την πρώτη συγκριτική αξιολόγηση των λειτουργιών των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης από τον Tilman Denkler (2019). Η αξιολόγηση έγινε με μια νέα καινοτόμα μεθοδολογία, το Εργαλείο σήμανσης ωριμότητας διεργασίας (Process Maturity Benchmarking Tool, PMBT). Ο λόγος της αξιολόγησης μέσω του νέου εργαλείου είναι οι ιδιαιτερότητες των φορέων διαπίστευσης όπως τις αντιμετωπίσαμε και στην παρούσα εργασία (μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί, μοναδικοί για κάθε κράτος, χωρίς τον υγιή ανταγωνισμό και δύσκολη η ερευνητική ανατροφοδότηση εκτός της ΕΑ). Παράλληλα με το νέο εργαλείο αξιολόγησης, λόγω του ότι το μοντέλο επιχειρηματικής αριστείας EFQM είναι κοινά προσαρμοσμένο στο ευρωπαϊκό οικονομικό τοπίο, κρίθηκε κατάλληλο για την σύγκριση των ευρωπαϊκών φορέων, και ως εκ τούτου το PBMT αναφέρεται σε αυτό ως πλαίσιο για την αξιολόγηση επιλεγμένων διαδικασιών. Το PMBT καθορίζει μετρήσιμους δείκτες με βάση δεδομένα από αρχεία δεδομένων των φορέων και αυτοαξιολογήσεις ωριμότητας διεργασιών. Αυτά τα σύνολα πληροφοριών χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση και τη σύγκριση του τρόπου με τον οποίο οι φορείς εκτελούν ένα καθορισμένο σύνολο διαδικασιών ανεξάρτητα από τις εκάστοτε διαδικασίες τους.

Η διαδικασία προχώρησε σε 4 βήματα:

1. Προσδιορισμός κριτηρίων, διαδικασιών και δεικτών
2. Εκπόνηση και βαθμονόμηση της οδηγία συλλογής δεδομένων
3. Επιλογή δειγμάτων, συλλογή και ανάλυση δεδομένων
4. Διεξαγωγή αποτελεσμάτων-εργαστηρίου

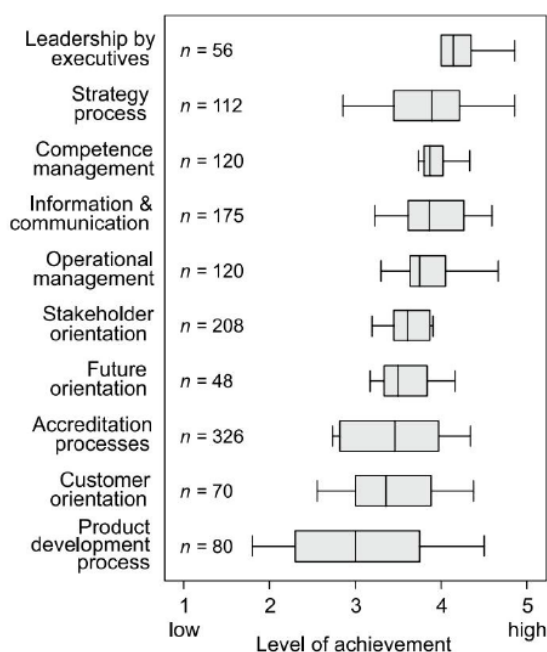
Γενικά η μεθοδολογία του εργαλείου διέπεται από την δημιουργία δεικτών και βαθμονόμηση μέσω κλίμακας ικανοποίησης και συλλογή των δεδομένων μέσω ερωτηματολογίου. Ως παράδειγμα αναφέρουμε μέρος των ερωτημάτων όπου τα μέτρα που σχετίζονται με τις διαδικασίες διαπίστευσης αξιολογήθηκαν ως προς τον προσανατολισμού τους στον πελάτη και τη διαχείριση της διαδικασίας. Άλλα παραδείγματα για το πώς στράφηκε η αξιολόγηση είναι μέσα από μέρος των συμπερασμάτων που κατέληξε συμπεράσματα στα οποία κατέληξε: ο αριθμός των διαπιστευμένων φορέων πιστοποίησης από φορείς διαπίστευσης, χρονικό όριο στο οποίο επιτεύχθει και η συσχέτιση με το ΑΕΠ και το οικονομικό και εμπορικό μέγεθος της χώρας όπου ανήκει ο φορέας διαπίστευσης.

Άλλα ποιοτικά στοιχεία των αποτελεσμάτων είναι η κατανομή της εργασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού προσωπικού, οι ώρες που χρειάστηκαν για την διεκπεραίωση μιας διεργασίας ανάλογα από που προέρχεται το προσωπικό και πως συνδέεται η με τις υπερωρίες και από που προέρχονται.

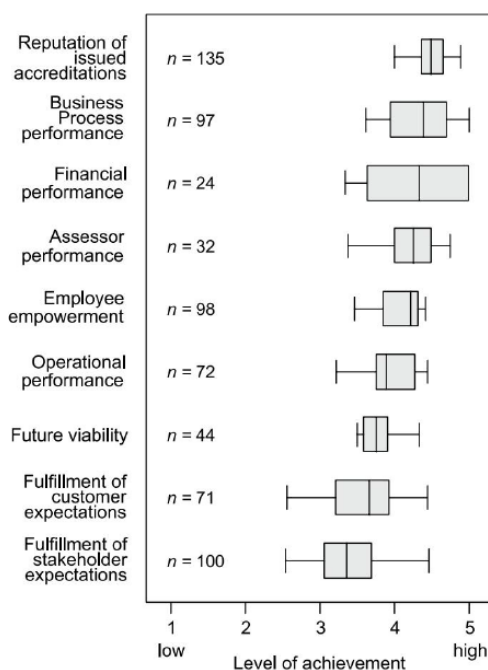
Για την τελική ανάλυση της συνολικής ωριμότητας της διαδικασίας, οι αυτοαξιολογήσεις χωρίστηκαν σε 10 κατηγορίες και παρουσιάστηκαν ως διάγραμμα πλαισίου και οι κατηγορίες ταξινομούνται με βάση τη διάμεσο της αντίστοιχης γραφικής παράστασης πλαισίου (Εικόνα 3). Η ταξινόμηση έδειξε ότι κατηγορίες με εσωτερική εστίαση χαρακτηρίστηκαν από υψηλά επίπεδα επιτυχίας, ενώ αντίθετα διαδικασίες που χαρακτηρίζονται από ισχυρότερη αλληλεπίδραση με εξωτερικούς ενδιαφερόμενους είχαν χαμηλότερα επίπεδα επιτυχίας.

Επίσης τα επίπεδα επιτευγμάτων σχετιζόμενα με τα αποτελέσματα συνοψίστηκαν σε εννέα κατηγορίες και παρουσιάστηκαν ως διάγραμμα πλαισίου και οι κατηγορίες ταξινομούνται με βάση τη διάμεσο της αντίστοιχης γραφικής παράστασης πλαισίου (Εικόνα 4). Τα αποτελέσματα ακολούθησαν το ίδιο μοτίβο όπως και πριν. Καθημερινές εργασίες με εσωτερική εστίαση χαρακτηρίστηκαν με υψηλές επιδόσεις ενώ αντίθετα εργασίες με εστίαση στον εξωτερικό πελάτη χαρακτηρίστηκαν με χαμηλές επιδόσεις.

Η εφαρμογή του εργαλείου και η αξιολόγηση των διεθνών φορέων χαρακτηρίστηκε επιτυχημένη και απέδειξε την τη χρηστικότητά του ως εργαλείο για την οργάνωση συγκριτικής αξιολόγησης μεταξύ οργανισμών διαφορετικού μεγέθους που εκτελούν συγκρίσιμες διαδικασίες υπό διαφορετικές συνθήκες, αλλά δεν ενεργούν ως ανταγωνιστές. Το PMBT παρέχει ένα πλαίσιο για μια συστηματική ανάλυση επιλεγμένων διαδικασιών με βάση ένα ολιστικό μοντέλο διαχείρισης.



Εικόνα 3: Μέσες τιμές αυτοαξιολογημένου επιπέδου επιτεύγματος των βημάτων ωριμότητας
 Πηγή: Accreditation in Europe: benchmarking the operations of European accreditation bodies using an innovative management (2020), Tilman Dekler



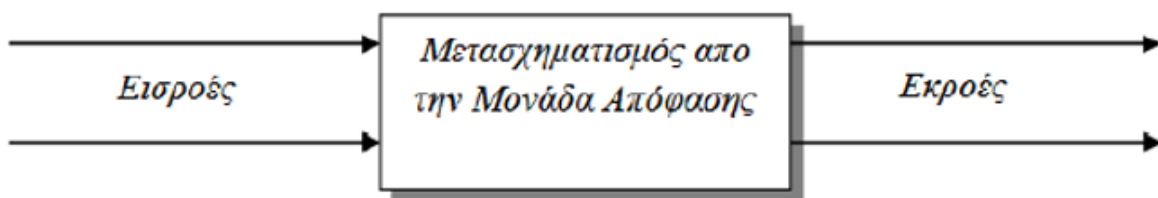
Εικόνα 4: Μέσες τιμές αυτοαξιολογημένου επιπέδου επιτεύγματος των περιγραφών ιδανικής κατάστασης
 Πηγή: Accreditation in Europe: benchmarking the operations of European accreditation bodies using an innovative management (2020), Tilman Dekler

Κεφάλαιο 3. Η μέθοδος DEA

3.1 Αποδοτικότητα και παραγωγικότητα

Η αποδοτικότητα και η παραγωγικότητα είναι δύο έννοιες που αναφέρονται στην λειτουργία μίας λειτουργικής μονάδας και περιγράφουν τον τρόπο που η μονάδα χρησιμοποιεί τις εισροές προς εκροές. Ο όρος Μονάδα Λήψεως Απόφασης (Decision Making Unit, DMU), ή παραγωγική/λειτουργική μονάδα, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Charnes et al. (1978) που αναφέρονται σε οικονομικές μονάδες που μετατρέπουν τις εισροές σε εκροές. Αναλύοντας τον όρο και την υπόσταση των DMUs, αναφέρονται σε όλα τα άτομα ή σε ομάδες ανθρώπων ενός οργανισμού που συναποφασίζουν και συμμετέχουν στην διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με όλο τον κύκλο των προϊόντων/υπηρεσιών (διαπραγμάτευση, παραγωγή, διανομή, κλπ.). Είναι οι μονάδες που προτείνουμε για σύγκριση, με άλλες συγκρίσιμες μεταξύ τους μονάδες, ως προς τις επιδόσεις τους και χρησιμοποιούν ένα σύνολο πόρων-εισροών τους οποίους μετατρέπουν σε εκροές (Εικόνα 5).

- Μεταβλητή Εισόδου ή Εισροή (Input): Οποιαδήποτε είσοδος σε ένα σύστημα, οι πόροι που καταναλώνει ένα DMU για να παράξει το έργο του και να εκτελέσει τον σκοπό του.
- Μεταβλητή Εξόδου ή Εκροή (Output): Οποιαδήποτε έξοδος ενός συστήματος, ή με άλλα λόγια το αποτέλεσμα που προκύπτει από την διαδικασία της παραγωγής.



Εικόνα 5: Παραγωγική διαδικασία

Πηγή: Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων Data Envelopment Analysis – (DEA), Κωνσταντίνος Α. Σαϊτης

Οι οργανισμοί διαχωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, σε αυτούς που έχουν σκοπό την επίτευξη του κέρδους μέσω των προϊόντων που παράγουν και η απόδοση είναι εύκολα μετρήσιμη μέσω των οικονομικών και παραγωγικών αποτελεσμάτων, και σε αυτούς που προσφέρουν υπηρεσίες χωρίς να έχουν σαν κύριο σκοπό την επίτευξη κέρδους (μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί όπως πανεπιστήμια, σχολεία, νοσοκομεία, δημόσιες και κρατικές υπηρεσίες) όπου η απόδοση τους δεν είναι εύκολα μετρήσιμη, καθώς δέχονται μια ποικιλία πανομοιότυπων εισροών και φέρουν σαν αποτέλεσμα κάποιες επίσης πανομοιότυπες εκροές.

Με τον όρο αποδοτικότητα (efficiency) περιγράφουμε την ποσότητα που πραγματικά παράχθηκε σε σύγκριση με την ποσότητα που θα μπορούσε ιδανικά να έχει παραχθεί χρησιμοποιώντας τις ίδιες εισροές/πόρους. Αναφέρεται δηλαδή στην μετατροπή των εισροών σε εκροές με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, στη μέγιστη δυνατή ποσότητα, χρησιμοποιώντας όσο το δυνατό μικρότερες ποσότητες εισροών και με το χαμηλότερο κόστος. Μετράει δηλαδή το αν έχουμε απώλειες κατά την παραγωγική διαδικασία (το ποσοστό των εισροών που μετατρέπεται σε εκροές), τον μέγιστο αριθμό των εκροών χρησιμοποιώντας τον μικρότερο αριθμό εισροών. Η αποδοτικότητα μπορεί να δοθεί και από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Efficiency} = \text{Actual Output} / \text{Standard Output}$$

Με τον όρο παραγωγικότητα (productivity) περιγράφουμε τον βαθμό των προϊόντων που παράγονται, ή που παρέχονται οι υπηρεσίες και μπορεί να υπολογιστεί από τον αριθμό των εκροών που παράχθηκαν με την χρήση συγκεκριμένου αριθμού εισροών. Η παραγωγικότητα υπολογίζεται ως ο λόγος των εκροών προς τις εισροές και αποτελεί απόλυτο μέτρο της απόδοσης και με τη μέτρησή της μπορεί να κατασκευαστεί το σύνολο παραγωγικότητας το οποίο εμπερικλείει το σύνολο των παραγωγικών δυνατοτήτων και πάνω σε αυτό βρίσκονται οι μέγιστες εκροές που προκύπτουν για κάθε επίπεδο εισροής (Joro & Korhonen, 2015, p.5). Μπορεί να δοθεί και από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Productivity} = \text{Output Obtained} / \text{Input Consumed}$$

Οι δύο έννοιες, αποδοτικότητα και παραγωγικότητα, αν και μοιάζουν πάρα πολύ, έχουν κάποιες βασικές διαφορές. Ενώ η παραγωγικότητα δίνει έμφαση στην ποσότητα αφού περιγράφει πόσες εκροές παράχθηκαν από μία εισροή (βαθμός παραγωγής) η

αποδοτικότητα δίνει έμφαση στην ποιότητα αφού υπολογίζει το μέγιστο αριθμό εκροών που παράχθηκαν με το ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό εισροών και με τις λιγότερες απώλειες (Πίνακας 2).

Παραγωγικότητα (Productivity)	Αποδοτικότητα (Efficiency)
Αφορά το βαθμό παραγωγής των προϊόντων ή το βαθμό εκτέλεσης των εργασιών	Αφορά την παραγωγή του μέγιστου αριθμού εκροών με τη χρήση του ελάχιστου αριθμού εισροών, αλλά και τον περιορισμό των απωλειών
Περιγράφει πόσες εκροές παράγονται από τη χρήση μιας μονάδας εισροών	Περιγράφει το πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούνται οι πόροι (εισροές)
Δίνει έμφαση στην ποσότητα	Δίνει έμφαση στην ποιότητα
$\frac{Output}{Input}$	$\frac{Actual Output}{Standard Output}$

Πίνακας 2: Διαφορές παραγωγικότητας – Αποδοτικότητας

Πηγή: Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Μέτρηση της επίδοσης ελληνικών επιχειρήσεων του κλάδου των Ορυχείων-Μεταλλείων-Αλυκών (2015-2017), Ορέστης – Μαρίνος Κούρογλου

Σύμφωνα με τους Joro & Korhonen (2015, p.5) η παραγωγικότητα αποτελεί απόλυτο μέτρο της απόδοσης και με τη μέτρησή της μπορούμε να κατασκευάσουμε το σύννορο παραγωγικότητας το οποίο εμπερικλείει το σύνολο των παραγωγικών δυνατοτήτων και πάνω σε αυτό βρίσκονται οι μέγιστες εκροές που προκύπτουν για κάθε επίπεδο εισροής. Η αποδοτικότητα αποτελεί ένα σχετικό μέτρο αφού μετράει την απόδοση των μονάδων σε σχέση με τις καλύτερες, αυτές δηλαδή που έχουν αποδοτικότητα ίση με τη μονάδα. Εδώ κατασκευάζεται το σύννορο αποδοτικότητας από τις καλύτερες DMUs (που έχουν απόδοση ίση με τη μονάδα) και εμπερικλείει τις μη αποδοτικές μονάδες. Μάλιστα, η έννοια της αποδοτικότητας παραπέμπει στον Pareto (1906) ο οποίος ήταν ο πρώτος που όρισε την έννοια της αποδοτικότητας αφού τα σημεία πάνω στο σύννορο αποδοτικότητας λέγονται και άριστα σημεία κατά Pareto (Joro & Korhonen, 2015, p.5).

3.2 Κατηγοριοποίηση αποδοτικότητας και υπολογισμός

Υπάρχουν διάφορα είδη αποδοτικότητας και θα παραθέσουμε στη συνέχεια τα σημαντικότερα και αυτά που θα συναντήσουμε στην εργασίας μας (Economics Help, 2019).

- Παραγωγική Αποδοτικότητα (Productive Efficiency)

Η παραγωγική αποδοτικότητα αφορά την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών με τον βέλτιστο συνδυασμό των εισροών, έτσι ώστε να παραχθούν οι μέγιστες δυνατές εκροές με το ελάχιστο δυνατό κόστος (όπως το συναντήσαμε και νωρίτερα στον ορισμό και την ανάλυση)

- Αποδοτικότητα Κλίμακας (Efficiency of Scale)

Παρατηρείται όταν η εταιρεία παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες στο χαμηλότερο σημείο του μακροπρόθεσμου μέσου κόστους της (long-run average cost) και σαν αποτέλεσμα, επωφελείται από τις Οικονομίες Κλίμακας (Economies of Scale)

- Τεχνική Αποδοτικότητα (Technical Efficiency)

Απαιτεί τον βέλτιστο συνδυασμό των εισροών για την παραγωγή ενός προϊόντος. Είναι η αποτελεσματικότητα (effectiveness) με την οποία χρησιμοποιείται ένα πλήθος εισροών για να παραχθεί ένα πλήθος εκροών. Μια επιχείρηση είναι τεχνικά αποδοτική όταν παράγει τις μέγιστες δυνατές εκροές χρησιμοποιώντας τις ελάχιστες

- Αποδοτικότητα κατά Pareto (Pareto Efficiency)

Μια κατάσταση στην οποία οι πόροι κατανέμονται με βάση τον πιο αποδοτικό τρόπο. Ορίζεται ως η κατάσταση, στην οποία δεν είναι εφικτό να γίνει κάτι ή κάποιος καλύτερος χωρίς κάτι άλλο να γίνει χειρότερο.

- Δυναμική Αποδοτικότητα (Dynamic Efficiency)

Αναφέρεται στην αποδοτικότητα με βάση το χρόνο. Δηλαδή, ένα εργοστάσιο μπορεί να είναι αποδοτικό την χρονική στιγμή t_1 , αλλά να μην είναι αποδοτικό την χρονική στιγμή t_2 . Η δυναμική αποδοτικότητα, περιλαμβάνει τις μεταβολές στην τεχνολογία αλλά και στις πρακτικές εργασίας που έχουν σκοπό την μείωση του κόστους με το πέρασμα του χρόνου

- Κατανομητική Αποδοτικότητα (Allocative Efficiency)

Αυτό το είδος, λαμβάνει χώρα όταν τα προϊόντα και οι υπηρεσίες κατανέμονται με βάση τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Μια επιχείρηση μπορεί να είναι παραγωγικά αποδοτική, ωστόσο τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που παράγει να μην ενδιαφέρουν τους καταναλωτές. Αυτό σημαίνει ότι η επιχείρηση θα είναι Allocative Inefficient.

Ο όρος Οικονομίες Κλίμακας (Economies of Scale) περιγράφει την τάση του μακροχρόνιου μέσου συνολικού κόστους να μειώνεται όταν αυξάνεται η αποδοτικότητα της παραγωγής. Συγκεκριμένα, με την αύξηση της ποσότητας των χρησιμοποιούμενων συντελεστών παραγωγής, ανάλογα με τον τρόπο αύξησης του παραγόμενου προϊόντος έχουμε τις εξής κατηγορίες οικονομιών κλίμακας (Euretirio, 2019):

- Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας (Constant Returns to Scale, CRS) όταν η αύξηση γίνεται κατά το ίδιο ποσοστό
- Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Increasing Returns to Scale, IRS) όταν η αύξηση γίνεται κατά μεγαλύτερο ποσοστό
- Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Decreasing Returns to Scale, DRS) όταν η αύξηση γίνεται κατά μικρότερο ποσοστό

Συνδυάζοντας τις περιπτώσεις IRS και DRS, συνεπάγεται η περίπτωση που είναι γνωστή ως Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας ή στα αγγλικά Variable Returns to Scale (VRS). Αυτό σημαίνει ότι στην παραγωγική διαδικασία, οι διάφορες εκτελούμενες λειτουργίες θα ακολουθήσουν Αύξουσες ή Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας (ή και Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας), ανάλογα με τις διαφορετικές διακυμάνσεις αύξησης των εκροών με την αύξηση των εισροών.

Στη συνέχεια θα γίνει μία σύντομη αναφορά στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αποδοτικότητας. Για να υπολογίσουμε την απόδοση της μονάδος θα πρέπει να εκτιμήσουμε τα επίπεδα εισροών-εκροών στα οποία η μονάδα θα μπορούσε να λειτουργήσει για να είναι αποδοτική. Ένας δείκτης απόδοσης είναι συνήθως ο λόγος εκροών προς εισροών, που σχετίζονται με τη μονάδα προς αξιολόγηση. Στην απλή περίπτωση που έχουμε μόνο έναν παράγοντα για τις εισροές και έναν για τις εκροές, η μέτρηση είναι απλή αφού υπάρχει μόνο ένα σύστημα μετασχηματισμού των εισροών σε εκροές. Στην περίπτωση όμως που έχουμε πολλαπλές εισροές και εκροές, τότε παρατηρούνται αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εισροών και των εκροών και για την επίλυση του συστήματος θα χρειαστούμε προσέγγιση μοντελοποίησης μέσω του γραμμικού προγραμματισμού. Ο Γραμμικός Προγραμματισμός, είναι ουσιαστικά μια μέθοδος που βοηθάει στο να επιτευχθεί το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα, σε ένα μαθηματικό μοντέλο που έχουμε κατασκευάσει, του οποίου οι περιορισμοί και οι απαιτήσεις εκφράζονται με την μορφή γραμμικών σχέσεων.

Υπάρχουν δύο είδη μεθόδων μοντελοποίησης της συγκριτικής μέτρησης επιδόσεων. Αυτές είναι οι παραμετρικές μέθοδοι και οι μη παραμετρικές μέθοδοι.

Η παραμετρική προσέγγιση απαιτεί την επιβολή μιας συγκεκριμένης συναρτησιακής μορφής, όπως είναι για παράδειγμα μια εξίσωση παλινδρόμησης ή μια συνάρτηση παραγωγής. Οι παραμετρικές μέθοδοι απεικονίζονται καλύτερα σε περιπτώσεις, όπου έχουμε είτε μόνο μια είσοδο ή εναλλακτικά μόνο μια έξοδο. Βασίζονται σε μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, τα οποία περιέχουν τον τυχαίο παράγοντα ε_i (δηλ. το σφάλμα). Δυστυχώς δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν εύκολα πολλαπλές εισόδους και πολλαπλές εξόδους και πρέπει εξαρχής να υποθέσουμε τον τύπο του μοντέλου που θέλουμε να εκτιμήσουμε (γραμμικό, μη-γραμμικό, λογαριθμικό, κλπ.) όπου μια λάθος επιλογή μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε ένα κακώς προσδιορισμένο μοντέλο.

Αντίθετα, στις μη παραμετρικές μεθόδους δεν υπάρχουν παραδοχές ως προς τη μορφή των πληθυσμιακών κατανομών των χρησιμοποιούμενων δεδομένων και ο προσδιορισμός του συνόρου αποδοτικότητας γίνεται με εμπειρικό υπολογισμό από τα διαθέσιμα δεδομένα. Η κυριότερη μη παραμετρική μέθοδος είναι η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis, DEA). Η DEA δεν απαιτεί οποιαδήποτε υπόθεση για την συναρτησιακή μορφή και υπολογίζει ένα μέγιστο μέτρο απόδοσης για κάθε μονάδα σχετικά με τις υπόλοιπες στον παρατηρηθέντα πληθυσμό με την μόνη απαίτηση ότι κάθε μονάδα να βρίσκεται επάνω ή κάτω από το αποδοτικό όριο.

3.3 Περιγραφή μεθόδου DEA

Η μέθοδος DEA (Data Envelopment Analysis, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων) είναι μία μη παραμετρική μέθοδος γραμμικού προγραμματισμού και εφαρμόζεται για τον υπολογισμό της σχετικής αποδοτικότητας (relative efficiency) των παραγωγικών μονάδων (Decision making units - DMUs) από ένα σύνολο όμοιων μονάδων που χρησιμοποιούν πολλαπλές εισροές και εκροές (Seiford and Zhu, 2002).

Ο βασικός θεμελιωτής της μεθόδου DEA ήταν ο Farrell (1957) που μέτρησε την αποτελεσματικότητα μιας μονάδας παραγωγής που λειτουργεί με μία εισροή και μία εκροή με το δείκτη αποδοτικότητας, ο οποίος εκφράζεται ως ο λόγος των συνολικών εκροών προς τις συνολικές εισροές. Το έργο του Farrell θεωρείται ως σημείο εκκίνησης της όλης

προσπάθειας, διότι εισήγαγε τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για τον προσδιορισμό της αποδοτικότητας και ανέλυσε αυτήν σε επιμέρους στοιχεία. Στη συνέχεια οι Charnes, ο Cooper και ο Rhodes (1978) διεύρυναν την ιδέα του Farrell και πρότειναν ένα μοντέλο το οποίο γενικεύει την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας στην περίπτωση πολλαπλών εισροών και εκροών εισάγοντας μια νέα τεχνική αποτίμησης της αποδοτικότητας. Η τεχνική αυτή είναι μια μη παραμετρική μέθοδος, βασιζόμενη σε μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού, η οποία επιτυγχάνει να εκτιμήσει ποσοτικά την μέγιστη τιμή της.

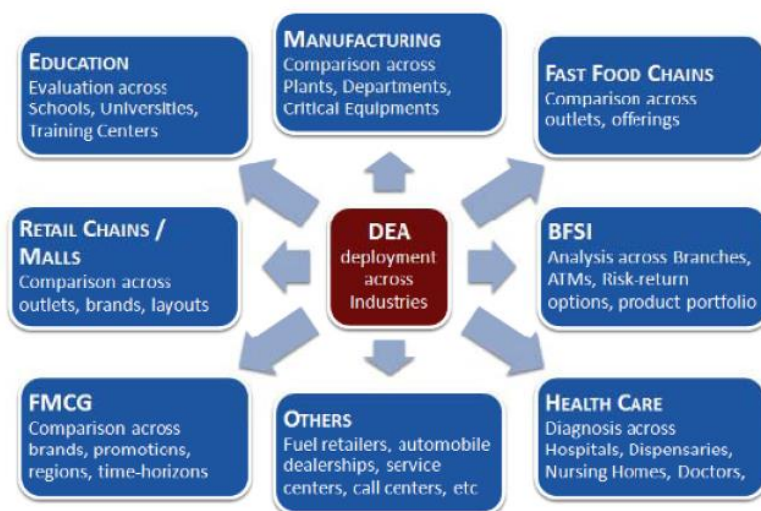
Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα εμπειρικά δεδομένα, με την χρήση της DEA προσδιορίζονται οι βέλτιστοι συνδυασμοί εισροών (ανθρώπινο δυναμικό και κεφάλαιο) και εκροών έτσι ώστε να υπολογιστεί η σχετική τεχνική αποδοτικότητα των μονάδων. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει θέτοντας διάφορους περιορισμούς και τροποποιήσεις στο μοντέλο, όπως θα αναλυθούν στη συνέχεια. Τα DMUs ανήκουν στον ίδιο κλάδο και ως εκ τούτου έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά, οπότε δέχονται και διαχειρίζονται παρόμοιες, αν όχι και ίδιες εισροές, με σκοπό την παραγωγή του μέγιστου αριθμού εκροών (προϊόντα ή υπηρεσίες).

Για κάθε λειτουργική μονάδα συγκρίνει την κατανάλωση των πόρων της (τις εισροές) με την παραγωγή έργου (τις εκροές). Η μεθοδολογία προσδιορίζει τις μονάδες με μέγιστη αποδοτικότητα (δηλαδή, σχετική αποδοτικότητα 100% των πόρων τους) και με βάση αυτές σχηματίζει το σύνολο αποδοτικότητας των επιλεγμένων DMUs, κατατάσσοντας τα σε αποδοτικά (efficient) και μη αποδοτικά (inefficient). Για τα μη αποδοτικά, παρέχει πληροφορίες σχετικά με το πώς αυτά θα μπορέσουν να γίνουν αποδοτικά, αλλά και ποια από τις ήδη αποδοτικές DMUs έχουν σαν στόχο προς επίτευξη. Αυτός ο στόχος χαρακτηρίζεται ως peer unit. Με τη βοήθειά της μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες της μονάδος για τη λειτουργία της, την απόδοσή της καθώς και τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον και τις υπόλοιπες μονάδες.

Από μαθηματική σκοπιά, η DEA δεν επιχειρεί την προσαρμογή ενός μοντέλου παλινδρόμησης στα διαθέσιμα δεδομένα, αλλά αντίθετα αναπτύσσει μια κατά τμήματα γραμμική επιφάνεια στην κορυφή όλων των παρατηρήσεων η οποία στην οικονομική θεωρία αναπαριστά το αποτελεσματικότερο όριο παραγωγής. Με αυτόν τον τρόπο παρέχει τη δυνατότητα εντοπισμού σχέσεων στα δεδομένα οι οποίες δεν είναι δυνατόν να βρεθούν μέσω άλλων μεθοδολογιών. Προβάλλοντας κάθε παραγωγική μονάδα πάνω στο

αποτελεσματικό όριο δίνεται η δυνατότητα να εκτιμηθεί το επίπεδο της μη αποτελεσματικότητας σε σύγκριση με ένα σύνολο αναφοράς ή ένα κυρτό συνδυασμό από διάφορα σύνολα αναφοράς. Η προβολή αυτή αναφέρεται σε ένα DMU το οποίο είναι συνδυασμός ενός ή περισσότερων DMUs. (Εικόνα 8)

Η DEA χρησιμοποιείται πάντα για την αξιολόγηση ομοιογενών μεταξύ τους λειτουργικών μονάδων όπως τράπεζες, πανεπιστήμια, νοσοκομεία, γενικά οργανισμούς που προσφέρουν είτε υπηρεσίες είτε παράγουν προϊόντα (Εικόνα 6) και στόχος είναι η ποσοτική εκτίμηση της αποδοτικότητας κάθε παραγωγικής μονάδος ξεχωριστά. Οφείλει την ανάπτυξη της στην μεγάλη έμφαση που έχει δοθεί τα τελευταία χρόνια για την σύγκριση της αποδοτικότητας των οργανισμών (συγκριτική αξιολόγηση, benchmarking), με σκοπό τον προσδιορισμό των πηγών μη αποτελεσματικότητας και την βελτίωση τους αν είναι δυνατό, προκειμένου να ανταπεξέλθουν καλύτερα στο ανταγωνιστικό περιβάλλον.



Εικόνα 6: Πεδία εφαρμογής μεθόδου DEA

Πηγή: Παρουσίαση Data Envelopment Analysis DEA, Λιοντάκης Άγγελος

3.4 Επιλογή εισροών, εκροών και μονάδων

Κατά τη μεθοδολογία DEA, ο χρήστης έχει το δικαίωμα να διαλέξει εκείνος τόσο το πλήθος των εισροών και εκροών, όσο και το ποιες ακριβώς θα είναι αυτές. Πρόκειται για μια αρκετά υποκειμενική διαδικασία, καθώς η επιλογή των δεδομένων μπορεί να διαφέρει από

άτομο σε άτομο, ωστόσο υπάρχουν κάποια κανόνες οι οποίοι είναι απαραίτητο να τηρούνται κατά τη διαδικασία δημιουργίας του αρχείου των δεδομένων (Sarkis, 2002).

Αυτοί οι κανόνες αφορούν την κατάλληλη επιλογή του αριθμού των εισροών και εκροών κάθε μοντέλου καθώς επίσης και τον αριθμό των DMUs που επιλέγουμε. Ο αριθμός που θα επιλεγεί καθώς και το είδος των εισροών και εκροών, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το πόσο καλή θα είναι η διάκριση μεταξύ των αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων. Υπάρχουν δύο αντικρουόμενες θεωρήσεις όταν αξιολογείται το μέγεθος ενός συνόλου δεδομένων.

- Να συμπεριληφθεί στη μελέτη ο μέγιστος αριθμός DMUs, καθώς έτσι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθούν αποδοτικές μονάδες οι οποίες θα καθορίσουν και το αποδοτικό σύνορο αλλά και θα βελτιώσουν το βαθμό διάκρισης των αποδοτικών και μη μονάδων.
- Να επιλεγούν στη μελέτη μικρότερος αριθμός DMUs καθώς με την επιλογή μεγάλου συνόλου δεδομένων θα μειωθεί η ομοιογένεια και εξωγενείς παράγοντες (τυχαία σφάλματα) θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα της μελέτης

Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας όλα αυτά τα χρόνια και λόγω των παραπάνω, δημιουργήθηκαν εμπειρικοί κανόνες για την κατάλληλη επιλογή αριθμού DMUs.

- Σύμφωνα με τους Boussofiane et al. (Boussofiane, et al., 1991) αναφέρει ότι για να υπάρχει καλή διάκριση μεταξύ αποδοτικών και μη μονάδων, το κάτω όριο του αριθμού των DMUs που θα επιλέγουμε θα πρέπει να είναι το πολλαπλάσιο του αριθμού των εισροών και του αριθμού των εκροών.
- Σύμφωνα με τους Golany, et al. (1989), ο αριθμός των DMUs θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ο διπλάσιος του αριθμού των εισροών και εκροών που έχουμε επιλέξει.
- Σύμφωνα με τον Bowlin (1998), ο αριθμός των DMUs θα πρέπει να είναι τρεις φορές ο αριθμός των μεταβλητών εισόδου και εξόδου.
- Σύμφωνα με τους Dyson, et al. (2001), τα DMUs πρέπει να είναι δύο φορές το γινόμενο των εισροών και εκροών.
- Σε νεότερες εφαρμογές και μελέτες και σύμφωνα με τους Cook, et al. (2013), το μέγεθος των μονάδων μπορεί να είναι ασήμαντος όταν η μελέτη αφορά συγκριτική αξιολόγηση που αφορά την απόδοση μεμονωμένων DMU.

Εν πάση περιπτώσει, οι κανόνες αυτοί έχουν ως σκοπό την καλύτερη διάκριση αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων στα αποτελέσματα της ανάλυσης. Ωστόσο, σε κάποιες εφαρμογές με μικρό αριθμό DMUs, μπορεί να μειωθεί κατάλληλα ο αριθμός τους.

Επίσης, σε μια ανάλυση DEA, είναι πολύ σημαντικό η ορθή επιλογή των εισροών και εκροών βάσει των οποίων θα γίνει η ανάλυση αλλά και η σύγκριση της αποτελεσματικότητας των DMU. Για παράδειγμα, σε υποτιθέμενη ανάλυση όπου έχουν επιλεγεί μεγάλα σύνολα δεδομένων, μπορεί να χρειάζεται να μειωθεί το μέγεθος τους, με πρώτη επιλογή την εξάλειψη των εισροών και εκροών που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ τους, για την αποφυγή των αλληλεπιδράσεων.

Εκτός της ποσότητας των μονάδων, μεγάλος κίνδυνος στην ανάλυση αποτελεί και η ανισορροπία κλίμακας μεταξύ των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν στις εισροές και εκροές (imbalance at data magnitudes). Για την εξάλειψη του φαινομένου απαιτείται κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων ώστε να ανήκουν πλέον στην ίδια κλίμακα. Ένας τέτοιος τρόπος είναι η κανονικοποίηση των δεδομένων (mean normalize data), όπου υπολογίζεται πρώτα ο αριθμητικός μέσος (mean) των δεδομένων για κάθε μια μεταβλητή και στη συνέχεια διαιρείται κάθε εισροή και εκροή με το μέσο του αντίστοιχου παράγοντα.

Άλλη περίπτωση που μπορεί να συναντήσουμε πρόβλημα στην επιλογή των δεδομένων είναι τα ελλιπή στοιχεία των πηγών της ανάλυσης, λόγω της διαφορετικής επεξεργασίας και ανάλυσης του θέματος από κάθε πηγή. Όπως έχουμε αναφερθεί νωρίτερα, για την λειτουργία της μεθόδου DEA, θα πρέπει να υπάρχει ομοιομορφία στα δεδομένα, οπότε σε καταστάσεις ελλিপών στοιχείων θα πρέπει να απορριφθούν όλα τα DMUs για τα οποία λείπουν στοιχεία. Αυτό βέβαια σαν τεχνική μπορεί να έχει επιπτώσεις στην διαδικασία εύρεσης του αποδοτικού συνόρου, αφού μειώνεται ο αριθμός των DMUs. Υπό περιπτώσεις μπορεί να γίνει συμπλήρωση των ελλিপών στοιχείων από τον αναλυτή με δική του ευθύνη και υποκειμενική κρίση με τη βοήθεια στατιστικής ανάλυσης (κατανομή beta) με βάση την πιο αισιόδοξη, την πιο απαισιόδοξη, καθώς και την πιο πιθανή κατάσταση βάσει προηγούμενων εμπειριών.

3.5 Αποδοτικό σύνορο

Έχει σημειωθεί ότι η μέθοδος DEA υπολογίζει ποιες μονάδες είναι αποδοτικές και ποιες όχι. Η διαδικασία εύρεσης των αποδοτικών DMUs είναι ουσιαστικά η εύρεση του Αποδοτικού Συνόρου (Efficiency Frontier). Η αποδοτικότητα των μονάδων μετράται ανάλογα με την απόστασή τους από το αποδοτικό σύνορο. Με τον υπολογισμό της από την μέθοδο DEA, η αποδοτικότητα για κάθε μονάδα αποκτά μορφή ποσοστού και οι τιμές που παίρνει ανήκουν στην κλίμακα 0-100, με την τιμή 100 να αποδίδεται στις μονάδες οι οποίες είναι αποδοτικές και βρίσκονται πάνω στην καμπύλη Αποδοτικού Συνόρου. Για τις υπόλοιπες μονάδες με μικρότερες τιμές αποδοτικότητας, όσο πιο μικρή τιμή (ποσοστό) έχουν τόσο περισσότερο θα απέχουν και από το Αποδοτικό Σύνορο. Το ποσοστό αυτό αφορά την Τεχνική Αποδοτικότητα (Technical Efficiency). Συγκεκριμένα έχουμε δύο είδη Τεχνικής Αποδοτικότητας:

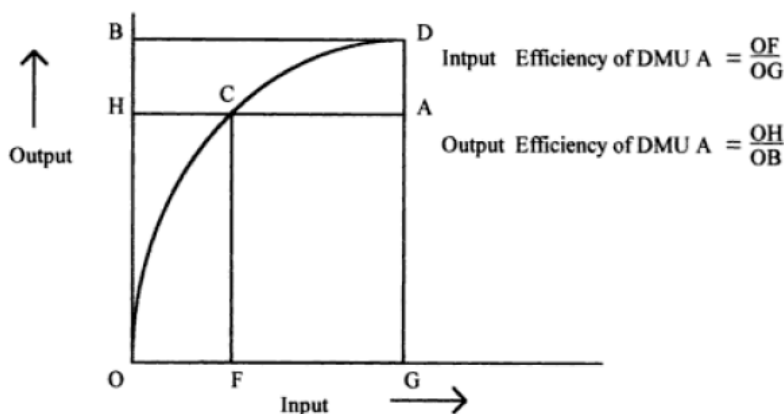
- Τεχνική Αποδοτικότητα Εισροών

Αν όλα τα επίπεδα εισροών μιας μονάδος μειωθούν αναλογικά κατά το μέγιστο παράλληλα με την μικρότερη δυνατή μείωση των εκροών, τότε ως τεχνική αποδοτικότητα εισροών ενός DMU ορίζεται η μέγιστη αναλογία που έχει οποιοδήποτε από τα μειωμένα επίπεδα εισροών, προς το αρχικά παρατηρούμενο επίπεδό της. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε μια μη αποδοτική μονάδα μειώνει τις εισροές για να καταστεί αποδοτική.

- Τεχνική Αποδοτικότητα Εκροών

Αν όλα τα επίπεδα εκροών μιας μονάδος αυξηθούν αναλογικά κατά το μέγιστο με την μικρότερη δυνατή αύξηση των εισροών, τότε ως τεχνική αποδοτικότητα εκροών ενός DMU ορίζεται η μέγιστη αναλογία που έχει οποιοδήποτε από τα αρχικά παρατηρούμενα επίπεδα εκροών προς το τελικό αυξημένο επίπεδο της. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε μια μη αποδοτική μονάδα αυξάνει τις εκροές της για να καταστεί αποδοτική.

Στο πιο κάτω ποιοτικό διάγραμμα (Εικόνα 7) μπορούμε να παρατηρήσουμε την διαφορά μεταξύ προσανατολισμού εισροών και προσανατολισμού εκροών στην μέτρησης της αποδοτικότητας (η μελέτη που αφορά το διάγραμμα είναι single-input, single-output).



Εικόνα 7: Διάγραμμα Αποδοτικότητας DMU

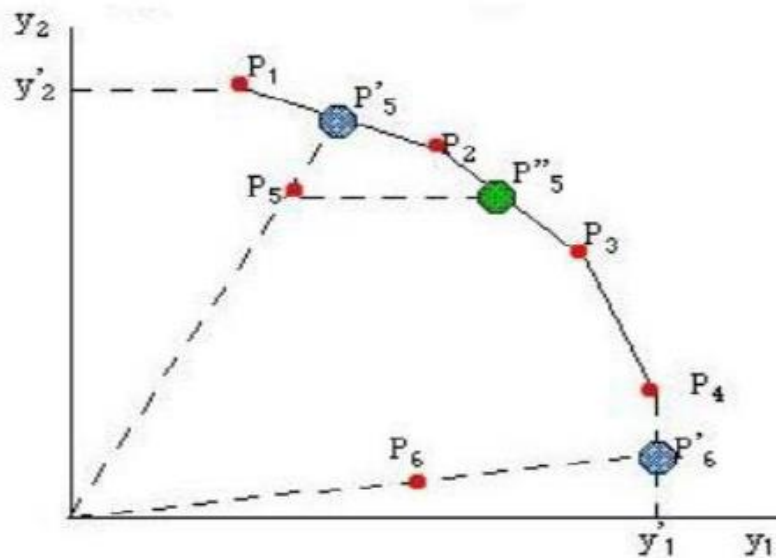
Πηγή: Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων Data Envelopment Analysis – (DEA), Κωνσταντίνος Α. Σαϊτης

Υπάρχει όμως περίπτωση, πάνω στην καμπύλη του Αποδοτικού Συνόρου να υπάρχουν δύο ή και περισσότερες μονάδες αποδοτικές (να έχουν δηλαδή αποδοτικότητα 100%) που επιτυγχάνουν αυτό το ποσοστό καταναλώνοντας λιγότερες εισροές ή παράγοντας περισσότερες εκροές από τις υπόλοιπες. Το αποτέλεσμα της αποδοτικότητας σε αυτή την περίπτωση είναι ίδιο αφού βρίσκονται πάνω στην καμπύλη αποδοτικού συνόρου, αλλά το επιτυγχάνουν με διαφορετικό τρόπο το οποίο προσδίδει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στην απόδοση και στην λειτουργία των μονάδων αυτών. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται η αποδοτικότητα κατά Pareto:

- Αποδοτικότητα Pareto

Μια μονάδα καλείται Pareto Αποδοτική όταν για την μείωση εισροών θα πρέπει ταυτόχρονα να αυξηθεί κάποια άλλη εκ των εισροών ή να μειωθεί κάποια εκ των εκροών της.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 6) απεικονίζονται οι μονάδες DMUs P_{1-6} που έχουν το ίδιο επίπεδο εισροών αλλά παράγουν διαφορετικά επίπεδα εκροών $y_{1,2}$ και ως εκ τούτου αυτές που παράγουν το μεγαλύτερο επίπεδο εκροών είναι και οι πιο αποδοτικές. Από το διάγραμμα παρατηρούμε τα εξής:



Εικόνα 8: Διαγραμματική Απεικόνιση Αποδοτικού Συνόρου

Πηγή: Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Μέτρηση της επίδοσης ελληνικών επιχειρήσεων του κλάδου των Ορυχείων-Μεταλλείων-Αλυσκών (2015-2017), Ορέστης – Μαρίνος Κούρογλου

- Οι μονάδες P_{1-4} βρίσκονται πάνω στην καμπύλη του αποδοτικού συνόρου συνεπώς είναι και οι πιο αποδοτικές με απόδοση 100%
- Οι μονάδες P_{5-6} βρίσκονται κάτω του αποδοτικού συνόρου και είναι μη αποδοτικές
- Οι στόχοι (targets) των μη αποδοτικών μονάδων P_{5-6} είναι τα αντίστοιχα απεικονιζόμενα σημεία προβολής στο Αποδοτικό Σύνορο P'_5, P''_5, P'_6
- Για την DMU P_5 μπορεί να τεθεί σαν στόχος η P'_5 αποδοτική με ταυτόχρονο αύξηση των $y_{1,2}$ και με εταιρεία στόχο (peer unit) $P_{1,2}$, ή η P''_5 αποδοτική με αύξηση της y_1 σε και με εταιρεία στόχο (peer unit) $P_{2,3}$
- Για την DMU P_6 μπορεί να τεθεί σαν στόχος η P'_6 αποδοτική με αύξηση της y_1 και με εταιρεία στόχο (peer unit) P_4
- Η DMU P_2 είναι Pareto αποδοτική αφού με αύξηση των εκροών y_1 θα κινείται πάνω στην καμπύλη αποδοτικού συνόρου προς την P_3 με ταυτόχρονη μείωση της εκροής y_2
- Η DMU P'_6 δεν είναι Pareto αποδοτική αλλά είναι Τεχνικά Αποδοτική αφού με αύξηση της εκροής y_2 θα κινείται πάνω στην καμπύλη αποδοτικού συνόρου στο τμήμα $P_4P'_6$ χωρίς καμία επίπτωση στην εκροή y_1

3.6 Επιλογή προσανατολισμού και οικονομιών κλίμακας

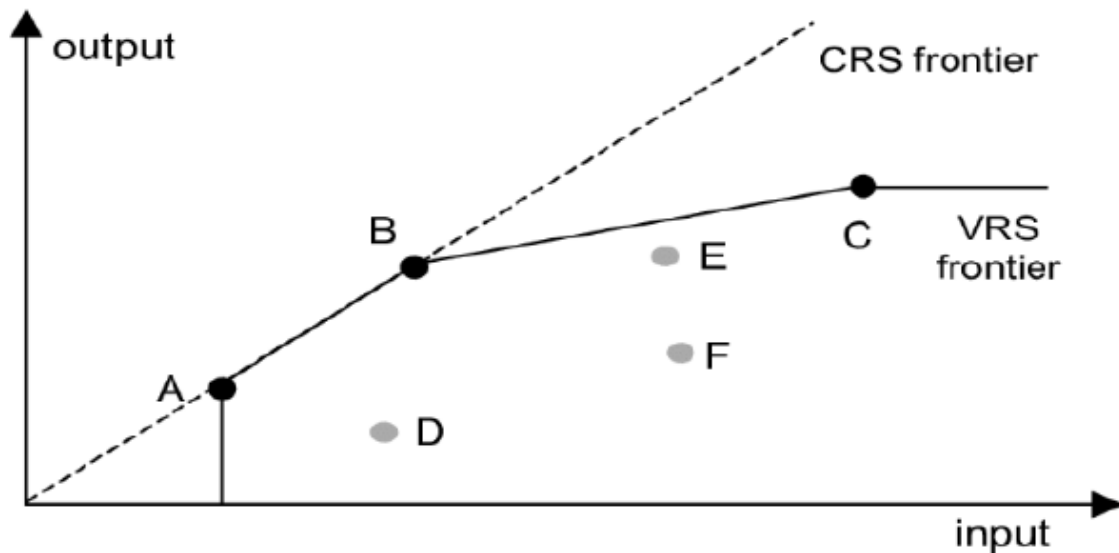
Από τις τεχνικές αποδοτικότητας συμπεραίνουμε πως σε μία ανάλυση μονάδων στη μεθοδολογία DEA, μπορούμε να φτάσουμε στη μέγιστη αποδοτικότητα είτε με την αύξηση των εκροών είτε με την μείωση των εισροών. Η μέθοδος επιτρέπει στον αναλυτή, σύμφωνα με την υποκειμενική του κρίση, να επιλέξει που θέλει να επικεντρωθεί, ανάλογα με το είδος και ύψος των μονάδων που έχει επιλέξει, για να υπολογίσει η μέθοδος με ποιο τρόπο θα φτάσουν οι μονάδες στη μέγιστη αποδοτικότητα.

Η πρώτη επιλογή είναι ο προσανατολισμός της ανάλυσης ανάλογα με το πως θα επιτύχει η μονάδα τη μέγιστη αποδοτικότητα. Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε είτε

- Προσανατολισμό Εισροών (Input Orientation) όπου η μέγιστη αποδοτικότητα επιτυγχάνεται με μείωση των εισροών που δαπανώνται διατηρώντας τα επίπεδα των εκροών σταθερά, ενώ για τις Pareto Αποδοτικές μονάδες μείωση των εισροών θα επιφέρει αύξηση κάποιας άλλης εισροής ή μείωση μιας τουλάχιστον εκροής.
- Προσανατολισμό Εκροών (Output Orientation) όπου η μέγιστη αποδοτικότητα επιτυγχάνεται με αύξηση των παραγόμενων εκροών διατηρώντας τα επίπεδα των εισροών σταθερά, ενώ για τις Pareto Αποδοτικές μονάδες αύξηση των εκροών θα επιφέρει μείωση κάποιας άλλης εκροής ή αύξηση μιας τουλάχιστον εισροής.

Η επόμενη επιλογή που πρέπει να γίνει για την πορεία της μεθόδου ανάλυσης, είναι το είδος των Οικονομιών Κλίμακας, υπό τις οποίες θα γίνει η ανάλυση. Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε είτε Σταθερές Αποδόσεις Κλίμακας (Constant Returns to Scale, CRS), όπου μεταβάλλοντας μια εισροή κατά ένα σταθερό παράγοντα, μεταβάλλεται και η εκροή αντίστοιχα κατά τον ίδιο παράγοντα, είτε Μεταβλητές Αποδόσεις Κλίμακας (Variable Returns to Scale, VRS) όπου πιθανή αύξηση των εκροών μπορεί να μεταβάλλει τις εισροές. Συγκεκριμένα οι VRS διακρίνονται σε Αύξουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Increasing Returns to Scale, IRS) και σε Φθίνουσες Αποδόσεις Κλίμακας (Decreasing Returns to Scale, DRS) ανάλογα με το αν η αύξηση των εκροών επιφέρει μείωση ή αύξηση των εισροών αντίστοιχα (θετικό ή αρνητικό αντίκτυπο στα επίπεδα του κόστους παραγωγής αντίστοιχα).

Η τελευταία επιλογή βάσει των Οικονομιών Κλίμακας μεταβάλει σημαντικά την μορφή του Αποδοτικού Συνόρου. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρατηρούμε τη διαφορά του συνόρου ανάλογα με την επιλογή μεθόδου ανάλυσης μεταξύ CRS και VRS.



Εικόνα 9: Διαγραμματική διαφορά Συνόρου CRS – VRS

Πηγή: Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Μέτρηση της επίδοσης ελληνικών επιχειρήσεων του κλάδου των Ορυχείων-Μεταλλείων-Αλυκών (2015-2017), Ορέστης – Μαρίνος Κούρογλου

3.7 Μοντέλα DEA

Κατά την ανάλυση μας είδαμε πως όσες μονάδες έχουν απόδοση στην καμπύλη του Αποδοτικού Συνόρου (σχετική απόδοση 100% έναντι όλων των εξεταζόμενων DMUs) ονομάζονται αποδοτικές. Στην αυθεντική μορφή της DEA γίνεται η υπόθεση (value free) ότι όλες οι αποδοτικές μονάδες είναι εξίσου «καλές». Ωστόσο, η σύγκριση με αυτές που έχουν 100% αποδοτικότητα μπορεί να μην είναι ο μοναδικός τρόπος, αλλά η σύγκριση να γίνει και με άλλες μονάδες αν ληφθούν υπόψη και οι προτιμήσεις (Joro & Korhonen, 2015, p.13). Με την πάροδο των ετών και την εφαρμογή της DEA σε διαφορετικά μοντέλα και τύπους μονάδων, με τη βοήθεια της μαθηματικών εργαλείων δημιουργήθηκαν νέα μοντέλα της μεθόδου για να ξεπεραστούν τέτοιου είδους προβλήματα και να γίνει πιο ρεαλιστική η προσέγγιση της συγκριτικής αξιολόγησης της απόδοσης, ανάλογα με την ομάδα και τον τύπο των μοντέλων.

- Μοντέλο CCR

Η μέθοδος DEA αναπτύχθηκε πρώτα από τους Charnes, Cooper & Rhodes (1978) υπό την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας (μέθοδος CRS), δηλαδή κάθε επιπλέον μονάδα εισροής παράγει την ίδια ποσότητα εκροής. Η ονομασία αυτού του μοντέλου πήρε την ονομασία του από τα αρχικά των δημιουργών CCR. Ανάλογα με την επιλογή προσανατολισμού εισροών ή εκροών έχουμε τις δύο μορφές του μοντέλου CCR-Input (CCR-I) και του CCR-Output (CCR-O).

- Μοντέλο BCC

Το αρχικό μοντέλο εξελίχθηκε από τους Banker, Charnes & Cooper (1984) υποθέτοντας μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (μέθοδος VRS), δηλαδή κάθε επιπλέον μονάδα εισροής οδηγεί σε μεταβλητή εκροή, η οποία είτε θα αυξάνεται είτε θα μειώνεται, προχωρώντας με αυτό τον τρόπο στην αποτίμηση της καθαρά τεχνικής αποδοτικότητας και της αποδοτικότητας. Η ονομασία αυτού του μοντέλου πήρε την ονομασία του από τα αρχικά των δημιουργών BCC. Ανάλογα με την επιλογή προσανατολισμού εισροών ή εκροών έχουμε τις δύο μορφές του μοντέλου BCC-Input (BCC-I) και του BCC-Output (BCC-O). Και αυτό το μοντέλο με τη σειρά του, υπολογίζει την αποδοτικότητα των DMUs, ωστόσο τα αποτελέσματα/τιμές μπορεί να διαφέρουν σε σχέση με το CCR, εξαιτίας της επιλογής VRS έναντι της CRS του μοντέλου CCR. Επίσης λόγω της διαφορετικής μεθόδου και προσέγγισης, το μοντέλο BCC εξετάζει τη λειτουργία του ίδιου του DMU ανεξάρτητα από τις συνθήκες στις οποίες λειτουργεί παρέχοντας έτσι μια εκτίμηση της καθαρά τεχνικής αποτελεσματικότητάς του, ενώ στην περίπτωση του μοντέλου CCR η αποτελεσματικότητα ενός DMU εξαρτάται τόσο από την λειτουργία του όσο και από τις συνθήκες στις οποίες λειτουργεί.

- Προσθετικό Μοντέλο

Το προσθετικό μοντέλο (Additive Model) εισήχθη από τους Charnes, Cooper, Golany, Seiford, Stutz (1985) και το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ο συνδυασμός των δύο προσανατολισμών προς τις εισροές και εκροές και χρησιμοποιείται για την ανάλυση των κατά Pareto αποδοτικών μονάδων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ταυτόχρονης μείωσης των εισροών και αύξησης των εκροών ταυτόχρονα ή προσθετικά, που τα μοντέλα CCR και BCC λόγω της επιλογής προσανατολισμού προς τις εισροές (αύξηση αποδοτικότητας μέσω

μείωσης εισροών με σταθερές τις εκροές) ή τις εκροές (αύξηση αποδοτικότητας μέσω αύξησης εκροών με σταθερές τις εισροές), δεν μπορούσαν να πετύχουν.

- Ανάλυση αποδοτικότητας Window

Η ανάλυση κατά παράθυρο (Bowlin 1987, Boussofiane et al 1991) είναι μία μέθοδος με κύριο χαρακτηριστικό της, την χρήση χρονικών περιόδων (παράθυρα). Εξετάζει τις μεταβολές των αποδοτικότητας σε ένα σύνολο παραγωγικών μονάδων διαχρονικά. Η αποδοτικότητα κάθε μονάδας υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε περίοδο έτσι ώστε για κάθε περίοδο να λογίζεται σαν καινούργια μονάδα καταλήγοντας σε ένα συνολικό αριθμό *τη* μονάδων, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την αξιοπιστία της ανάλυσης.

- Δείκτης Παραγωγικότητας Malmquist

Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist (Malmquist Productivity Index, MPI) πρωτοεισήχθη από τον Malmquist (1953) και στη συνέχεια, μελετήθηκε και εξελίχθηκε και από άλλους συγγραφείς. Το μοντέλο αυτό δίνει τη δυνατότητα να αναλυθούν οι αποδοτικότητες ενός μικρού αριθμού DMUs συναρτήσει του χρόνου, μέσω της αλλαγής αποδοτικότητας τους μεταξύ δύο χρονικών περιόδων με τη βοήθεια συγκριτικής στατιστικής. Εδώ παίρνουμε τρεις περιπτώσεις για την αποδοτικότητα μιας DMU και τι σημαίνουν. Αν η τιμή του λόγου της αποδοτικότητας την χρονική στιγμή t_2 προς την αποδοτικότητα την t_1 μιας μονάδας είναι $\lambda > 1$ υπάρχει βελτίωση της αποδοτικότητας στην εξέλιξη του χρόνου, αν $\lambda < 1$ υπάρχει μείωση της αποδοτικότητας στην εξέλιξη του χρόνου, ενώ όταν $\lambda = 1$ δεν παρατηρείται κάποια αλλαγή στην αποδοτικότητα. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί αλλαγή συνόρου που υποδεικνύει την τεχνολογική αλλαγή. Το γινόμενο των δύο αυτών μεταβολών, μας δίνει τον δείκτη Malmquist.

Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist, έχει τα στοιχεία εκείνα που χρησιμοποιούνται για την μελέτη της απόδοσης επιχειρήσεων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών είναι μεταβολές στην τεχνική αποδοτικότητα (αποδοτικότητα που προκύπτει από την CRS ανάλυση), μεταβολές στις τεχνολογικές αλλαγές, μεταβολές στην καθαρή τεχνική αποδοτικότητα (αποδοτικότητα που προκύπτει από την VRS ανάλυση), μεταβολές στην αποδοτικότητα κλίμακας και επίσης μεταβολές στον λεγόμενο Total Factor Productivity (TFP, είναι το μέρος των εκροών που δεν μπορεί να εξηγηθεί από τις παραδοσιακές μετρήσεις εισροών όπως της εργασίας και του κεφαλαίου που χρησιμοποιούνται στην

παραγωγή. Αύξησή του προέρχεται συνήθως από τεχνολογικές καινοτομίες και βελτιώσεις).

- Κατηγορικές Μεταβλητές (Categorical Variables)

Η ενσωμάτωση κατηγορικών μεταβλητών στην ανάλυση DEA έγινε από τους Banker και Morey (1986) και οι κατηγορικές μεταβλητές μπορεί να είναι είτε μη ελεγχόμενες εισροές από την μονάδα όπου οι μονάδες αξιολογούνται με άλλες της ίδιας κατηγορίας, είτε ελεγχόμενες εκροές.

Με την ολοκλήρωση της σύντομης ποιοτικής μελέτης των επικρατέστερων μοντέλων της μεθοδολογίας DEA, θα μπορούσαμε να κάνουμε κάποιες σύντομες παρατηρήσεις σχετικά με οδηγίες για την επιλογή του πιο ορθού μοντέλου ανά περίπτωση, έτσι οι παράγοντες επιλογής είναι (Cooper et al., 2007, p.114):

- Το σχήμα του production possibility set. Όπως είδαμε το μοντέλο CCR υποθέτει σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS) ενώ το BCC και τα προσθετικά υποθέτουν μεταβλητές αποδόσεις (VRS).
- Ο προσανατολισμός. Το μοντέλο μπορεί να είναι προσανατολισμένο ως προς τις εισροές (ελαχιστοποίηση εισροών δεδομένων των εκροών) είτε ως προς τις εκροές (μεγιστοποίηση των εκροών δεδομένης της ποσότητας των εισροών). Υπάρχει και η περίπτωση όπου αυξήσεις των εισροών και οι μειώσεις των εκροών γίνονται ταυτόχρονα με τέτοιο τρόπο που μεγιστοποιούνται (μοντέλα εκτός των CCR και BCC).
- Ο αριθμός των μονάδων. Η επιλογή του κατάλληλου αριθμού των DMUs είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της ανάλυσης. Σύμφωνα με τον πιο διαδεδομένο κανόνα $DMUs \geq \{m \times s, 3 \times (m + s)\}$, όπου m είναι οι εισροές και s οι εκροές.
- Δοκιμή διαφορετικών μοντέλων. Σε περίπτωση που οι υπό εξέταση ομάδες ανήκουν σε οικογένεια που δεν έχει μελετηθεί στο παρελθόν και δεν έχει γίνει ταυτοποίηση των χαρακτηριστικών του συνόρου από προηγούμενες έρευνες, τότε είναι καλύτερα να γίνεται δοκιμή διαφορετικών μοντέλων και μεθόδων και να γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων και να αξιοποιείται η υπάρχουσα γνώση.

3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της DEA

Όπως είδαμε και αναλύσαμε, η DEA αποτελεί μία ικανή μέθοδο για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση της αποδοτικότητας συστημάτων. Στην συνέχεια καταγράφουμε κάποιους από αυτούς τους:

- Καθιστά δυνατή την εκτίμηση της σχετικής τεχνικής αποδοτικότητας για κάθε μονάδα του δείγματος εκφράζοντας την με τη μορφή ενός εκατοστιαίου ποσοστού
- Παρέχει την δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλαπλών εισροών και εκροών για τον υπολογισμό της τεχνικής αποδοτικότητας, χωρίς να απαιτείται κοινή μονάδα μέτρησης
- Δεν προϋποθέτει τη γνώση της συνάρτησης παραγωγής για την αποτύπωση της τεχνικής σχέσης μεταξύ εισροών και εκροών, εν αντιθέσει με τις κλασικές οικονομετρικές μεθόδους

Ωστόσο παρά τα πλεονεκτήματά της, όπως όλες οι μέθοδοι, παρουσιάζει κάποιες αδυναμίες και περιορισμούς που θα προσπαθήσουμε να αναφέρουμε:

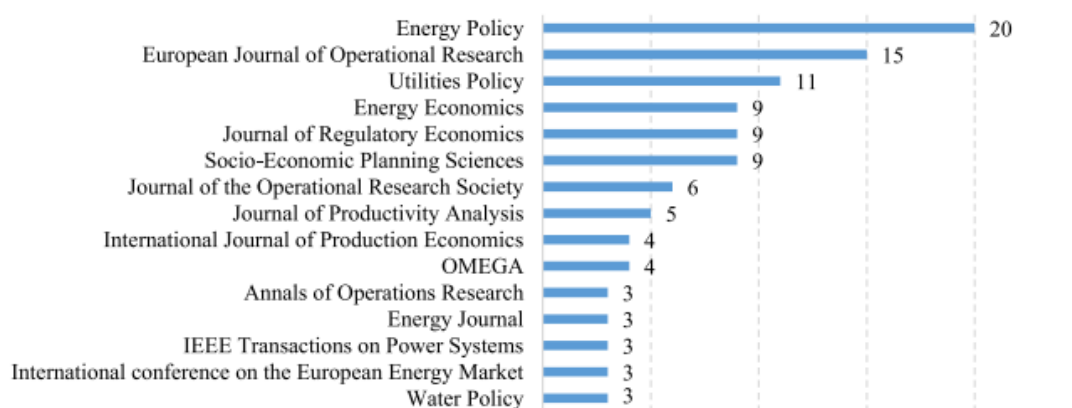
- Προαπαιτεί την ομοιογένεια του δείγματος και λόγω του ότι αποτελεί μη στοχαστική μέθοδο, δεν λαμβάνει υπόψη τον στατιστικό θόρυβο με αποτέλεσμα να επηρεάζεται από λάθη στην μέτρηση
- Λόγω του υπολογισμού της σχετικής αποδοτικότητας, τα αποτελέσματα αφορούν μόνο τις μονάδες του υπό εξέταση δείγματος και δεν μπορούν να γενικευτούν
- Για τον ίδιο λόγο θα πρέπει ο αναλυτής να μην ξεχνάει πως συγκρίνεται η αποδοτικότητα κάθε μονάδος με τις υπόλοιπες των μονάδων του δείγματος και όχι με κάποιο γενικό μέσο όρο
- Θα πρέπει να υπάρχει συγκεκριμένη αναλογία μεταξύ του πλήθους των εισροών και εκροών και του πλήθους των μονάδων για να μην επηρεάζεται η διακριτική ικανότητα της μεθόδου
- Η γραφική αναπαράσταση του βέλτιστου συνόρου των λύσεων είναι μια διαδικασία δύσκολη και επίπονη, για περισσότερες από τρεις διαστάσεις
- Ανήκει στις μη παραμετρικές τεχνικές, συνεπώς δεν υπάρχουν κατάλληλα στατιστικά τεστ (δεν είναι δυνατή ανάλυση ευαισθησίας)

3.9 Βιβλιογραφική ανασκόπηση DEA

Η μέθοδος ανάλυσης DEA έχει αποδειχθεί πολύ χρήσιμο εργαλείο ανάλυσης αποδοτικότητας η οποία λειτουργεί με συστήματα συγκριτικής αξιολόγησης για τη την αποτίμηση της αποδοτικότητας των οργανισμών. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μία μεγάλη αύξηση των δημοσιεύσεων που αφορούν είτε τη θεωρία είτε εφαρμογές της DEA σε δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς ώστε να αποτιμηθεί η αποδοτικότητα λειτουργίας τους. Υπάρχουν τώρα αρκετές χιλιάδες επιστημονικές συνεισφορές, τόσο θεωρητικές όσο και εμπειρικές, που χρησιμοποιούν DEA σε διάφορα περιβάλλοντα όπως π.χ. γεωργία (βλ., π.χ., Atici και Podinovski), τραπεζικές εργασίες (βλ., π.χ. Ankıran), εκπαίδευση (βλ., π.χ., Θανασούλης κ.ά.), ηλεκτρισμός (βλ., π.χ., Agrell et al.), υγεία (βλ., π.χ., Mitropoulos et al. 2013), τηλεπικοινωνίες (βλ. π.χ. Γκιάκας και Πεντζαρόπουλος), τουρισμός (βλ., π.χ., Assaf and Agbola), μεταφορές (βλ., π.χ. Chang et al.), και άλλα (Mohsen Afsharian et al. 2022).

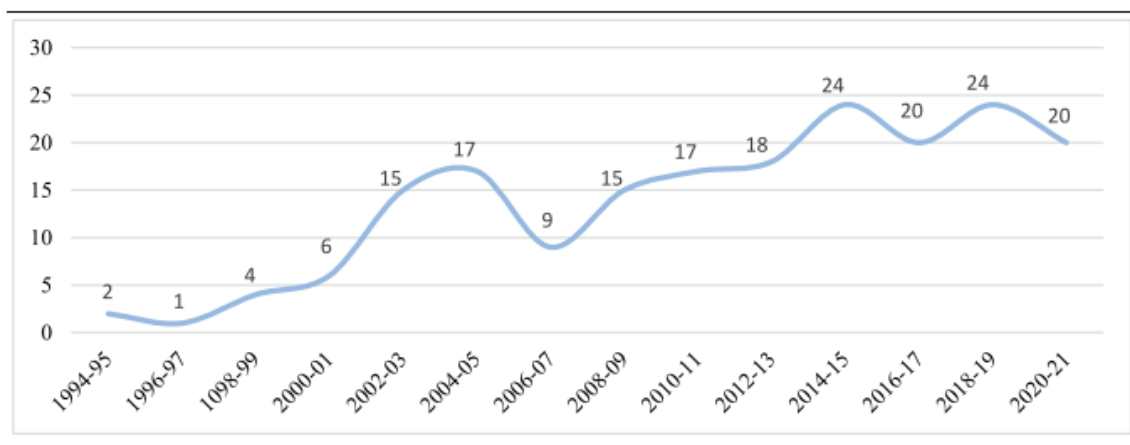
Ενδεικτικό της αυξανόμενης χρησιμοποίησης της μεθόδου από το επιστημονικό κοινό και ποιοι τομείς είναι αυτοί που χρησιμοποιείται περισσότερο, είναι η έρευνα των Mohsen Afsharian, Heinz Ahn και Sara Kamali (2022) σχετικά με ανασκόπηση των δημοσιεύσεων που έχουν χρησιμοποιήσει τη μέθοδο DEA στην ανάλυσή τους. Τα δεδομένα (δημοσιεύσεις) αντλήθηκαν από την πλατφόρμα Scopus και μέσα από φίλτρα που εφαρμόστηκαν αντλήθηκαν συνολικά 197 δημοσιεύσεις. Τα αποτελέσματα τοποθετήθηκαν σε διαγράμματα έτσι ώστε να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δημοσιεύσεων.

Στο σχήμα 1 βλέπουμε ποια είναι τα 15 επιστημονικά περιοδικά στα οποία εκδόθηκαν οι περισσότερες σχετικές δημοσιεύσεις. Οι περισσότερες εκδόσεις αφορούν το περιοδικό Energy Policy και σε επόμενες θέσεις είναι το περιοδικό Energy Economics το οποίο δηλώνει πως ο τομέας της ενέργειας είναι αυτός στον οποίον χρησιμοποιείται περισσότερο η ανάλυση DEA. Δεύτερο περιοδικό σε αριθμό εκδόσεων είναι το European Journal of Operational Research στο οποίο δημοσιεύονται άρθρα που αφορούν θεωρητικό επίπεδο αναλύσεων και ερευνητικό κομμάτι.



Σχήμα 1: Επιστημονικά περιοδικά με τις περισσότερες δημοσιεύσεις
 Πηγή: *Performance analytics in incentive regulation: A literature review of DEA Publications*, Mohsen Afsharian, Heinz Ahn, Sara Kamali (2022)

Στη συνέχεια και στο σχήμα 2 φαίνεται η κατανομή των δημοσιεύσεων που εξετάστηκαν βάσει του έτους έκδοσης. Φαίνεται ξεκάθαρα πως από την αρχή της χιλιετίας παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση των δημοσιεύσεων (και συνεπώς των επιστημονικών ομάδων) στις οποίες χρησιμοποιείται η μέθοδος DEA για τις αναλύσεις, με την τάση να είναι αυξητική κατά την πάροδο των ετών.



Σχήμα 2: Διάγραμμα δημοσιεύσεων ανά έτος
 Πηγή: *Performance analytics in incentive regulation: A literature review of DEA Publications*, Mohsen Afsharian, Heinz Ahn, Sara Kamali (2022)

Στην συνέχεια θα γίνει μια καταγραφή ορισμένων εργασιών, βασισμένων στην μέθοδο DEA, οι οποίες είτε αφορούν σχετικό αντικείμενο με αυτό της εργασίας μας, είτε έχουν

χρησιμοποιήσει μέρος της μεθόδου που κάνουμε χρήση και εμείς στην παρούσα και βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό στην κατανόηση του προβλήματος αλλά και στην συγγραφή της εν λόγω εργασίας. Παρακάτω παρουσιάζονται οι εργασίες αυτές:

Στην εργασία της Iveta Řepková (2014) εφαρμόστηκε η DEA και στόχος αυτής της εργασίας ήταν να εφαρμόσει την Window ανάλυση στα δεδομένα του τσεχικού εμπορικού των τραπεζών και να εξετάσει την αποτελεσματικότητα του τσεχικού τραπεζικού τομέα κατά την περίοδο 2003–2012. Χρησιμοποιείται η ανάλυση Window που βασίζεται σε ένα μοντέλο προσανατολισμένο σε εισροές για τη μέτρηση των τραπεζικών εργασιών και την αποδοτικότητα. Στην περίοδο που αναλύθηκε, η μέση απόδοση υπό σταθερή απόδοση κλίμακας έφτασε το 70–78 % και η μέση απόδοση υπό μεταβλητή απόδοση σε κλίμακα έφτασε το 84–89 %. Η πιο αποτελεσματική τράπεζα ήταν η GE Money Bank και η χαμηλότερη αποτελεσματική τράπεζα η Československá obchodní banka. Ο όμιλος μεγάλων τραπεζών (Československá obchodní banka, Česká spořitelna και Komerční banka) ήταν χαμηλότερης αποτελεσματικότητας από άλλες τράπεζες στον τραπεζικό κλάδο. Οι λόγοι της αναποτελεσματικότητας του ομίλου των μεγάλων τραπεζών ήταν η υπέρβαση των καταθέσεων στον ισολογισμό και το ακατάλληλο μέγεθος λειτουργίας.

Οι Nam Hyok Kim et al. στην ανάλυση τους εφάρμοσαν την μέθοδο DEA και την Window ανάλυση για την αξιολόγηση της απόδοσης 45 επιχειρήσεων σιδήρου και χάλυβα στην Κίνα κατά την περίοδο 2009–2017. Στην ανάλυση Window κάθε DMU σε κάθε παράθυρο αντιμετωπίζεται ως διαφορετική μονάδα σε κάθε περίοδο, έτσι ώστε η αξιολόγηση για μία μονάδα να πραγματοποιείται σε διαφορετική κλίμακα με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα η αποτελεσματικότητα του DMU με την πάροδο του χρόνου είναι ασύγκριτη. Η συγκεκριμένη μελέτη προσπάθησε να αξιολογήσει κάθε DMU με μία κοινή κλίμακα σε ένα στενό παράθυρο χωρίς τεχνικές αλλαγές και προτείνει μια νέα ανάλυση παραθύρου με βάση το κοινό διαχρονικά βάρος (CWAT), που αξιολογεί κάθε μονάδα σε κάθε παράθυρο με την κοινή της κλίμακα ανεξάρτητα από το χρόνο και δημιουργεί τα κοινά βάρη με χρήση γραμμικού προγραμματισμού. Επίσης η μελέτη προτείνει τον δείκτη παραγωγικότητας Malmquist (MPI) σε CWAT, CWAT MPI, για ανάλυση της αλλαγής παραγωγικότητας κληρονομώντας το αποτέλεσμα της ανάλυσης παραθύρου. Η προτεινόμενη μέθοδος παρέχει μια νέα κλίμακα αξιολόγησης σε σύγκριση με προηγούμενες μελέτες.

Στην εργασία τους οι Toshiyuki et al. σύγκριναν σύνολα δεδομένων μεταξύ 2005 και 2009 για την κλιματική αλλαγή βάσει των επιδόσεων και επίπτωση των οργανισμών στο περιβάλλον σε βάθος χρόνου για την χρονική αξιολόγηση. Κατά την εφαρμογή της DEA σε ένα τέτοιο σύνολο δεδομένων, έγινε ταξινόμηση των εκροών σε επιθυμητές (π.χ. παραγωγή πετρελαίου) και ανεπιθύμητες κατηγορίες (π.χ. εκπομπές CO₂) επειδή όλοι οι οργανισμοί συνήθως παράγουν όχι μόνο επιθυμητές αλλά και ανεπιθύμητες εκροές ως αποτέλεσμα των οικονομικών τους δραστηριοτήτων. Για να ενοποιήσει τους δύο διαφορετικούς τύπους εκροών, αυτή η μελέτη ενσωματώνει την έννοια της φυσικής και διαχειριστικής διάθεσης στο υπολογιστικό πλαίσιο της DEA και τα επεκτείνει σε έναν χρονικό ορίζοντα. Για τους σκοπούς της έρευνας, αυτή η μελέτη ενσωματώνει επίσης τον δείκτη Malmquist για να εξετάσει την εμφάνιση μετατόπισης συνόρων μεταξύ πολλαπλών περιόδων. Η μετατόπιση συνόρων υποδηλώνει τεχνολογική πρόοδο ή/και διοικητική καινοτομία κατά τη διάρκεια μιας παρατηρούμενης περιόδου. Ο δείκτης Malmquist προτείνεται για τη μέτρηση της μετατόπισης των συνόρων. Η εμπειρική αυτή μελέτη διαπιστώνει ότι ο κλάδος δεν έχει παρουσιάσει καμία σημαντική μετατόπιση συνόρων στο πλαίσιο της φυσικής διάθεσης, αλλά παρουσιάζει σημαντική μετατόπιση των συνόρων στο πλαίσιο της διαχειριστικής διαθεσιμότητας.

Στόχος της μελέτης των Massimiliano Giacalone et al. είναι η εμπειρική ανάλυση του ιταλικού δικαστικού συστήματος, μετρώντας την αποτελεσματικότητα και την παραγωγικότητά του. Για το σκοπό αυτό, αναλυτικά, χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες Data Envelopment Analysis (DEA) και Malmquist, δεδομένου ότι αναγνωρίζονται από την βιβλιογραφία ως επιτυχημένες τεχνικές για την αξιολόγηση της απόδοσης των μονάδων λήψης αποφάσεων, δηλαδή των δικαστηρίων στον τομέα εφαρμογής μας. Η παρούσα ανάλυση, χρησιμοποιεί δεδομένα που καλύπτουν μεγάλο χρονικό διάστημα και αναλύονται σε επίπεδο περιφέρειας, έχει ορίσει το στόχο της μέτρησης της αποτελεσματικότητας των επιμέρους ιταλικών δικαστικών υπηρεσιών, ενώ αξιολογείται η πρόοδος της παραγωγικότητας στα στοιχεία της, μέσω της τεχνολογικής προόδου και της αποδοτικότητας κλίμακας. Η ανάλυση της αποτελεσματικότητας που πραγματοποιήθηκε ξεπερνά την πτυχή της δικαστικής φορολογίας, λαμβάνοντας υπόψη πώς το πέρασμα του

χρόνου επηρέασε τη δικαστική αποτελεσματικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τους δικαστές και τη δικαστική διοίκηση που απασχολούνται, στις νέες, εκκρεμείς και τελειωμένες υποθέσεις κατά τη διάρκεια των ετών που κυμαίνονται από το 2011 έως το 2016, τα αποτελέσματα τόνισαν μια ευδιάκριτη ετερογένεια μεταξύ των δικαστηρίων, ανάλογα με τη γεωγραφική τους θέση. Η πενταετία που εξετάστηκε, περιλάμβανε τα έτη στα οποία η δικαστική μεταρρύθμιση της γεωγραφικής κατανομής τέθηκε σε ισχύ, έτσι ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα πώς επηρέασε αυτή η περίπλοκη μεταρρύθμιση την ανάκτηση της αποτελεσματικότητας των δικαστικών υπηρεσιών. Επιπλέον, αναλύοντας τον δείκτη σε αλλαγές στην αποτελεσματικότητα και αλλαγές στην τεχνολογία, αυτή η εργασία προέφερε μια περαιτέρω ματιά στην οργάνωση της δικαστικής εξουσίας. Η εφαρμογή της συνδυασμένης μεθόδου DEA και των δεικτών Malmquist για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του δικαστηρίου σε μεγάλο χρονικό διάστημα έδειξε πολύ ενδιαφέροντα και χρήσιμα αποτελέσματα, σχετικά με τη δικαστική διοίκηση.

Κεφάλαιο 4. Σύγκριση των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης με τη μεθοδολογία DEA

4.1 Μέθοδος της εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της αποδοτικότητας των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης, δηλαδή το κατά πόσο μετατρέπουν σε καλή απόδοση τις εισροές σε εκροές και η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοσή τους.

Λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας σε νέα καινοτόμα προϊόντα και την ανάπτυξη των εμπορικών συναλλαγών σε όλη την υφήλιο, η ανάγκη για τη διαπίστευση των οργανισμών που θα προχωρήσουν στην πιστοποίηση οργανισμών και διαδικασιών βάσει των διεθνών προτύπων σε τομείς όπως η ασφάλεια των καταναλωτών και των υπαλλήλων, η ασφάλεια και η ποιότητα των προϊόντων ή υπηρεσιών που παράγουν αλλά και η ποιότητα του ίδιου του οργανισμού, είναι επιτακτική περισσότερο από ποτέ. Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας για την συγκριτική αξιολόγηση της απόδοσης και τον διαχωρισμό τους σε αποδοτικούς και μη αποδοτικούς, θα προταθούν και τρόποι ώστε προχωρώντας σε κατάλληλες διεργασίες οι μη αποδοτικές να γίνουν αποδοτικές τα επόμενα έτη.

Πρόκειται για ένα ερευνητικό ερώτημα το οποίο δεν έχει μελετηθεί έως τώρα και δεν υπάρχει αντίστοιχη βιβλιογραφία, καθώς οι έως τώρα μελέτες είχαν ασχοληθεί με την αξιολόγηση φορέων πιστοποίησης και όχι διαπίστευσης.

Τα στάδια τα οποία ακολουθήσαμε στην συγκεκριμένη μελέτη είναι τα εξής:

1. Επιλογή του κατάλληλου δείγματος DMU και συλλογή δεδομένων
2. Επιλογή κατάλληλων εισροών και εκροών από τα δεδομένα μας
3. Επιλογή του επιθυμητού προσανατολισμού προσέγγισης (Input/Output Oriented) αλλά και των οικονομικών κλίμακας (CRS/VRS)
4. Επιλογή κατάλληλου λογισμικού
5. Διεξαγωγή της μελέτης, συλλογή, ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

4.2 Επιλογή DMUs και συλλογή δεδομένων

Το πρώτο βήμα της εργασίας μας ήταν να επιλέξουμε κατάλληλα DMUs. Όπως είδαμε και νωρίτερα στην ανάλυση της μεθόδου DEA, θα πρέπει να υπάρχει ομοιογένεια μεταξύ των μονάδων όσο αφορά και τη λειτουργία τους αλλά και τα δεδομένα τους. Μέσα από την ιστοσελίδα της EA accreditation (τα μέλη της παρουσιάζουν ομοιογένεια ως προς την λειτουργία τους) βρέθηκαν όλοι οι φορείς διαπίστευσης και οι ηλεκτρονικές διευθύνσεις και ταχυδρομεία τους. Μετά από επίπονη διαδικασία και γραπτό αίτημα για αποστολή στοιχείων όσον αφορά οικονομικά μεγέθη (δαπάνες, έσοδα), προσωπικό, στοιχεία προσφερόμενων υπηρεσιών, για την τελευταία 5ετία 2018-2022, όσοι φορείς ανταποκρίθηκαν στο αίτημα, ενημέρωσαν για την εύρεση των δεδομένων (ή όσων είναι διαθέσιμα) στις ιστοσελίδες τους και στις ετήσιες αναφορές που εκδίδουν. Σαφώς υπήρχαν και φορείς που απάντησαν αρνητικά στο αίτημα είτε λόγω του ότι βάσει της πολιτικής τους δεν μοιράζονται δεδομένα είτε γιατί δεν εκδίδουν ετήσιες αναφορές και δεν έχουν τα δεδομένα διαθέσιμα. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως ο εθνικός φορέας Ε.ΣΥ.Δ δυστυχώς δεν ανταποκρίθηκε στο αίτημα για την αποστολή των απαιτούμενων δεδομένων καθώς δεν εκδίδουν ετήσιες αναφορές και τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα και χωρίς να υπάρχει τρόπος για την συλλογή. Κατά συνέπεια λόγω ελλειπών στοιχείων ο Ε.ΣΥ.Δ δεν ανήκει στις υπό εξέταση DMUs, συνεπώς και δεν συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση.

Οι φορείς μαζί με τα αντίστοιχα δεδομένα παρουσιάζονται στο Παράρτημα. Όσον αφορά τον αριθμό των DMUs δεδομένου του πιθανού αριθμού εισροών και εκροών όπως φαίνεται στον πίνακα, υπενθυμίζουμε πως το μέγεθος των μονάδων μπορεί να είναι ασήμαντος όταν η μελέτη αφορά συγκριτική αξιολόγηση που αφορά την απόδοση μεμονωμένων DMUs. Λόγω του μικρού σχετικά αριθμού DMUs μπορούμε να συνεχίσουμε την ανάλυση μας με τη συγκεκριμένη μέθοδο.

4.3 Επιλογή κατάλληλων εισροών και εκροών

Επόμενο και πολύ βασικό κομμάτι της έρευνας είναι η επιλογή των κατάλληλων εισροών και εκροών από τα διαθέσιμα δεδομένα. Στην αρχή της έρευνας κατά την οργάνωση της και παράλληλα με την μελέτη του θέματος, υπήρχε σκοπός να μπορέσει να γίνει αξιολόγηση

για τους διαφορετικούς τομείς στους οποίους παρέχει τις υπηρεσίες διαπίστευσης ο εκάστοτε φορέας, όπως είναι η διαπίστευση φορέων πιστοποίησης, διαπίστευση/διακρίβωση εργαστηρίων (μετρολογία) και διαπίστευση στον τομέα υγείας λόγω της πανδημίας του ιού Covid τα τελευταία έτη. Δυστυχώς η συλλογή των δεδομένων περιορίσε τα ξεχωριστά πεδία που θα μπορούσαμε να μελετήσουμε καθώς μέσα από τις ετήσιες αναφορές των φορέων διαπίστευσης τα δεδομένα ήταν συγκεντρωτικά και όχι αναλυτικά. Συνεπώς καταλήξαμε στα παρακάτω δεδομένα:

❖ Εισροές

- Προσωπικό (Employers)
- Έξοδα (Outgoings – όπως εμφανίζονται στον συνοπτικό ισολογισμό στις ετήσιες αναφορές)
- ΑΕΠ (DGM – προστέθηκε λόγω του ότι αποτελεί μία ένδειξη για την ανάπτυξη της χώρας και βιομηχανικού επιπέδου συνεπώς και μεγαλύτερης ανάγκης αλλά και δυνατότητας παροχής των υπηρεσιών. Η συλλογή έγινε απευθείας από τα στοιχεία στο διαδίκτυο ανά χώρα ανά έτος)

❖ Εκροές

- Αξιολογήσεις (Accreditations – Αφορά τον αριθμό των εργασιών για την βεβαίωση διαπίστευσης μέσα στο έτος είτε η βεβαίωση δόθηκε μέσα στο έτος είτε όχι)
- Έσοδα (Ingoings – όπως εμφανίζονται στον συνοπτικό ισολογισμό στις ετήσιες αναφορές)

Με μια εύκολη αντιπαραβολή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για εισροές και εκροές σε σχέση με τα δεδομένα του πίνακα δεδομένων του παραρτήματος, εύκολα θα διαπιστώσει κάποιος πως δεν επιλέχθηκαν όλα τα δεδομένα. Ο λόγος απόρριψης/επεξεργασίας για κάθε δεδομένο είναι:

- Εργαζόμενοι-Αξιολογητές: τα δεδομένα στον πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά, το διοικητικό προσωπικό/εργαζόμενοι στον φορέα και οι εξωτερικοί αξιολογητές, αλλά για την μείωση των αριθμών εισροών/εκροών και λόγω του ότι κάποιοι φορείς παρουσιάζουν το στοιχείο συγκεντρωτικά στις αναφορές (ενιαίος αριθμός εργαζομένων που προσέφεραν τις υπηρεσίες τους), εξετάζονται αθροιστικά
- Αξιολογήσεις: στις αναφορές που επεξεργαστήκαμε άλλοι φορείς ανέφεραν ξεχωριστά τις αξιολογήσεις από τις διαπιστεύσεις, άλλες δεν ανέφεραν καθόλου την

πληροφορία αυτή και άλλες μετρούσαν τις αξιολογήσεις σε Assessment days (παρόμοιος όρος με εργατοώρες που δαπανήθηκαν για τη συγκεκριμένη διαδικασία), για αυτό το λόγο και απορρίφθηκαν από τα δεδομένα και χρησιμοποιήσαμε τις διαπιστεύσεις

- Φορείς: ο αριθμός των διαπιστευμένων φορέων της αντίστοιχης χώρας, δεν υπήρχε διαθέσιμος ο αριθμός για όλες τις χώρες για αυτό και στη θέση του επιλέχθηκε το ΑΕΠ όπως εξηγήθηκε ήδη

4.4 Επιλογή κατάλληλου μοντέλου

Για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου, χρησιμοποιώντας την θεωρία της μεθοδολογίας που είδαμε σε προηγούμενα κεφάλαια και βάσει της φύσης των DMUs και της φύσης των διεργασιών τους θα επιλέξουμε τη μέθοδο BCC (μέθοδος VRS) αφού μια μεταβολή στις εισροές δεν θα επιφέρει ανάλογη μεταβολή στις εκροές, δηλαδή στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατό λιγότερες εισροές για την παραγωγή μιας δεδομένης ποσότητας εκροών. Να θυμίσουμε πως το μοντέλο CCR λειτουργεί υπό την υπόθεση σταθερών αποδόσεων κλίμακας (μέθοδος CRS), δηλαδή κάθε επιπλέον μονάδα εισροής παράγει την ίδια ποσότητα εκροής, ενώ το BCC για κάθε επιπλέον μονάδα εισροής οδηγεί σε μεταβλητή εκροή, η οποία είτε θα αυξάνεται είτε θα μειώνεται, προχωρώντας με αυτό τον τρόπο στην αποτίμηση της καθαρά τεχνικής αποδοτικότητας και της αποδοτικότητας αφού μία μεταβολή των εισροών θα προκαλέσει μία δυσανάλογη μεταβολή στις εκροές.

Η επιλογή του προσανατολισμού της μεθόδου για την μελέτη θα είναι αυτή του Προσανατολισμού Εισροών, αφού στις DMUs που επιλέχθηκαν μπορούν να ελεγχθούν οι δύο από τις τρεις εισροές για την αύξηση της αποδοτικότητας (το ΑΕΠ είναι παράγοντας που δεν μπορεί να ελεγχθεί από τον εκάστοτε φορέα. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, θα απεικονίζουν score αποδοτικότητας 100% για τις αποδοτικές DMUs και < 100% για τις μη αποδοτικές. Συνεπώς το μοντέλο μας θα είναι το BCC-Input (ή αντίστοιχα VRS-I).

4.5 Επιλογή κατάλληλου λογισμικού

Το Efficiency Measurement System είναι ένα λογισμικό με τη βοήθεια του οποίου υπολογίζονται οι τιμές της αποδοτικότητας κατά την εφαρμογή της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων. Σε συντομογραφία καλείται με τα αρχικά των λέξεων και συγκεκριμένα αναφέρεται ως EMS (Scheel, 2000).

Το πιο σημαντικό και δύσκολο βήμα κατά την εκτέλεση της μεθόδου είναι ο καθορισμός των Inputs και Outputs. Αφού καθοριστούν λοιπόν οι μεταβλητές αυτές, θα πρέπει να εισαχθούν τα δεδομένα στο πρόγραμμα. Το EMS δέχεται δεδομένα σε μορφή Excel ή σε μορφή αρχείου txt. Εκτός από τις τυπικές μορφές εισροών και εκροών, το πρόγραμμα αυτό μπορεί να δεχθεί επίσης και μη διακριτές τιμές (non discretionary), δηλαδή δεδομένα τα οποία δεν ελέγχονται από τα DMUs. Επίσης το λογισμικό αυτό μας παρέχει και την δυνατότητα για ανάλυση window (διαχρονική ανάλυση της αποδοτικότητας των DMUs).

Ένα δεύτερο λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε στην εργασία μας για τον υπολογισμό του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist είναι το πρόγραμμα DEAP, το οποίο είναι το πιο δημοφιλές πακέτο λογισμικού DEA ειδικά μεταξύ ακαδημαϊκών ίσως επειδή είναι φιλικό προς τον χρήστη.

Η προεργασία που έγινε στα δεδομένα και η ακατάλληλη επεξεργασία τους για την χρησιμοποίησή τους και την ανάλυσή τους, καθώς και τα βήματα και οδηγίες που ακολουθήσαμε κατά την χρησιμοποίηση των λογισμικών, αναλύονται στα αντίστοιχα εδάφια παρακάτω.

4.6 Ανάλυση DEA

Για την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό βάσει των παραπάνω οδηγιών, θα πρέπει να προχωρήσουμε σε κάποιες διορθωτικές ενέργειες. Για αρχή θα χρησιμοποιήσουμε:

- ως έτος εργασίας ορίζουμε το 2021 όπου έχουμε πληροφορίες για όλους τους φορείς (την χρονική στιγμή της συλλογής των δεδομένων δεν είχαν εκδώσει όλοι οι φορείς τις ετήσιες αναφορές για το έτος 2022) και είναι ένα έτος που βρισκόμασταν λίγο πριν το τέλος της πανδημίας και οι διαδικασίες των φορέων διαπίστευσης αλλά και των υπό

εξεταζόμενων φορέων πιστοποίησης, εργαστηρίων και λοιπών οργανισμών είχαν αναπτύξει συστήματα για την εύρυθμη λειτουργία τους

- την εισροή ΑΕΠ (GDM) θα την εισάγουμε στο λογισμικό σαν μη διακριτή εισροή, αφού είναι ένας παράγοντας που δεν μπορεί να επηρεαστεί από τις διοικήσεις των φορέων. Η συγκεκριμένη εισροή επιλέχθηκε ως ένα μέτρο του βιομηχανικού και αγοραστικού μεγέθους της κάθε χώρας αλλά και της ανάπτυξης. Συνεπώς δεν θέλουμε η τιμή της να επηρεάσει τις υπόλοιπες εισροές και εκροές με ανάλογα χρηματικά και αξιακά μεγέθη όπως τα έξοδα και τα έσοδα. Για αυτό δεν εισάγουμε την απόλυτη τιμή για κάθε χώρα για το συγκεκριμένο έτος αλλά την σχετική τιμή της. Δηλαδή το κομμάτι (ποσοστό) που αναλογεί στο ΑΕΠ κάθε χώρας από το άθροισμα των ΑΕΠ όλων των χωρών που θα εξετάσουμε.
- από τις διαθέσιμες χώρες που έχουμε τα δεδομένα, δεν θα συμπεριλάβουμε στην ανάλυση τις DMUs Γερμανία και Νορβηγία καθώς είναι εύκολα αντιληπτό ότι δεν είναι σωστές οι πληροφορίες για το προσωπικό αφού δεν συμπεριλαμβάνει τους εξωτερικούς συνεργάτες. Αυτό το συμπεραίνουμε και από τις ετήσιες αναφορές όπου αναφέρουν αριθμό προσωπικού και όχι συνεργάτες όπως οι υπόλοιποι φορείς αλλά στον ισολογισμό αναφέρουν αντίστοιχα έξοδα αλλά και εμπειρικά συγκρίνοντας με τα αντίστοιχα δεδομένα των υπόλοιπων φορέων

Το EMS χρειάζεται τα ακόλουθα βήματα για την εισαγωγή των δεδομένων μέσω αρχείου Excel:

1. Η πρώτη γραμμή να περιέχει τα Inputs και Outputs που έχουμε ορίσει. Πρώτα τοποθετούνται όλα τα Inputs και ακολουθούν μετά τα Outputs
2. Η πρώτη στήλη του φύλλου εργασίας θα περιέχει τα ονόματα των DMUs.
3. Το όνομα του αρχείου να ονομαστεί Data
4. Όλα τα Inputs, δίπλα από το όνομά τους θα πρέπει να φέρουν την ένδειξη {I} και για μη διακριτές εισροές {IN}
5. Αντίστοιχα τα Outputs να φέρουν την ένδειξη {O} και για μη διακριτές εκροές {ON}

Σύμφωνα με τα παραπάνω καταλήγουμε στον παρακάτω πίνακα δεδομένων (Πίνακας 3):

	Employers {I}	Outgoings {I}	GDM {IN}	Ingoings {O}	Accreditations {O}
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	267	772.979	0,0107	1.344.380	168
ΓΑΛΛΙΑ	1983	31.140.000	0,3773	19.749.000	1029
ΕΛΒΕΤΙΑ	551	12.051.000	0,1021	9.579.000	142
ΙΤΑΛΙΑ	655	21.227.200	0,2689	27.461.000	965
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	849	14.146.000	0,1292	14.087.000	838
ΣΕΡΒΙΑ	417	1.481.516	0,0080	1.716.694	696
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	562	2.129.154	0,0149	2.170.432	612
ΣΟΥΗΔΙΑ	308	154.588.000	0,0811	151.733.000	550
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	225	1.910.988	0,0079	2.114.119	149

Πίνακας 3: Δεδομένα ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS

Αφού κατασκευάσουμε το αρχείο excel εισάγουμε τα δεδομένα στο λογισμικό και τρέχουμε την ανάλυση DEA αφού επιλέγουμε το μοντέλο όπως περιγράφηκε παραπάνω (BCC-I) και συγκεκριμένα στο παράθυρο Run model επιλέγουμε, Convex, Variable, Radial, Input και αποεπιλέγουμε Superefficiency. Το EMS μας φέρνει το παρακάτω αποτέλεσμα (Εικόνα 10):

	DMU	Score	Emplc {I}\W	Outgc {I}\W	GDM {IN}\N	Ingoir {O}\W	Accre {O}\W	Benchmarks	{S} Emplc {I}	{S} Outgc {I}	{S} GDM {IN}	{S} Ingoir {O}	{S} Accre {O}
1		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
2	ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0				
3	ΕΛΒΕΤΙΑ	63,38%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,29) 8 (0,00) 9 (0,71)	0,00	0,00	0,02	0,00	42,97
4	ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	38,89	0,00	0,00		2				
5		100,00%	0,00	0,00	48,33	0,00	0,00		0				
6	ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	0,00	0,00	68,60	0,00	0,00		1				
7	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	82,56%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 (0,17) 4 (0,02) 6 (0,81)	67,63	0,00	0,00	0,00	0,00
8	ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	0,00	0,00	97,16	0,00	0,00		1				
9	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	0,00	0,00	45,65	0,00	0,00		1				

Εικόνα 10: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης (BCC-I)

Θα προχωρήσουμε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων βήμα βήμα για κάθε πληροφορία που μας δίνει το λογισμικό μέσω του πίνακα μετά την ανάλυση DEA:

1. Σχετική αποδοτικότητα

Μεταφέρουμε τις πρώτες δύο στήλες των αποτελεσμάτων σε έναν απλό πίνακα (Πίνακας 4):

Φορέας	Score
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	100,00%
ΓΑΛΛΙΑ	100,00%
ΕΛΒΕΤΙΑ	63,38%
ΙΤΑΛΙΑ	100,00%
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	100,00%
ΣΕΡΒΙΑ	100,00%
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	82,56%
ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%

Πίνακας 4: Σχετική αποδοτικότητα φορέων

Μια πρώτη παρατήρηση είναι πως οι φορείς κρίνονται αρκετά αποδοτικοί σε θέματα διαπίστευσης και λοιπών διεργασιών τους αφού μόνο ένα ποσοστό 20% κρίνεται μη αποδοτικό που σημαίνει ότι η πλειοψηφία των φορέων έχει κοινή πορεία και παρεκκλίνει μικρό ποσοστό. Οι φορείς που παρουσιάζουν σχετική αποδοτικότητα 100% είναι αυτά τα αποδοτικά DMU (με την υπόθεση μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας VRS – τεχνική αποδοτικότητα) τα οποία σε σχετικό διάγραμμα Αποδοτικού Συνόρου βρίσκονται πάνω στην καμπύλη αποδοτικού συνόρου (efficient frontier). Αντίθετα τα DMU Ελβετία και Σλοβακία (φορείς των αντίστοιχων χωρών) που έχουν σχετική αποδοτικότητα $< 100\%$ χαρακτηρίζονται ως μη αποδοτικά και θα πρέπει να προχωρήσουν σε διορθωτικές ενέργειες των εισροών για να πετύχουν καλύτερη αποδοτικότητα έναντι των υπολοίπων φορέων.

2. Μη αποδοτικές DMU

Για τις δύο μη αποδοτικές DMU το λογισμικό EMS μέσω της μεθόδου DEA εντοπίζει ένα σύνολο αποδοτικών DMU (στήλη Benchmarks) που αποτελούν το σύνολο αναφοράς τους (reference set) όπως είδαμε και σε προηγούμενη ανάλυση της θεωρίας. Μαζί με το σύνολο αναφοράς η DEA υποδεικνύει και τις βελτιώσεις που θα πρέπει να κάνει η κάθε DMU για να φτάσει την καμπύλη Αποδοτικού Συνόρου και σχετική απόδοση 100%.

Από τα συγκεκριμένα δεδομένα κατασκευάζουμε σχετικό πίνακα (πίνακας 5) με τα μη αποδοτικά DMU με τα αντίστοιχα reference set. Σε κάθε ομότιμο DMU φαίνεται και ο βαθμός έντασης (intensity) με το μη αποδοτικό, δηλαδή με ποιο από τα ομότιμα DMU είναι

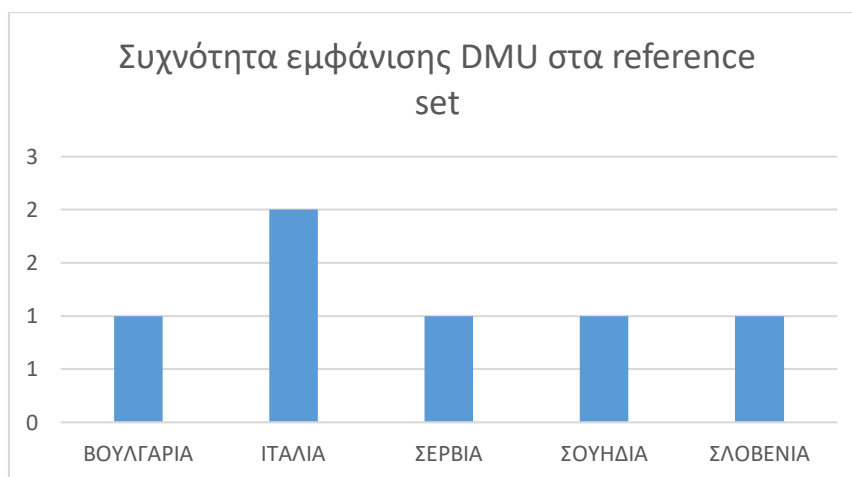
πιο κοντά το μη αποδοτικό ώστε να πάρει «ως παράδειγμα», να δει τις δραστηριότητες και πώς τις διαχειρίζεται ώστε να προβεί σε κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες.

Φορέας	Benchmarks
ΕΛΒΕΤΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ (0,29) ΣΟΥΗΔΙΑ (0,00) ΣΛΟΒΕΝΙΑ (0,71)
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ (0,17) ΙΤΑΛΙΑ (0,02) ΣΕΡΒΙΑ (0,81)

Πίνακας 5: Μη αποδοτικά DMU και reference set

3. Συχνότητα εμφάνισης αποδοτικών DMU

Στην συνέχεια της ανάλυσης θα εξετάσουμε ποια είναι τα DMU που εμφανίζονται περισσότερες φορές στα reference set και αποτελούν περισσότερες φορές ομότιμες μονάδες για τις μη αποδοτικές. Από το Σχήμα 3 βλέπουμε πως ο φορέας διαπίστευσης της Ιταλίας εμφανίζεται τις περισσότερες φορές και αποτελεί υπόδειγμα και μέτρο σύγκρισης για την λειτουργία του για τις κατάλληλες διορθωτικές κινήσεις των μη αποδοτικών DMU.



Σχήμα 3: Διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης αποδοτικών DMU ως ομότιμα

4. Προσδιορισμός στόχων

Τελευταίο στάδιο της ανάλυσης είναι να προσδιοριστούν οι στόχοι βάσει της ανάλυσης για τις μη αποδοτικές μονάδες (φορείς) και οι βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν για την επίτευξη της 100% αποδοτικότητας. Πάντα όμως πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ότι κάποια μη

αποδοτικά DMU δεν θα φτάσουν ποτέ την 100% αποδοτικότητα όσες διορθωτικές ενέργειες και να εφαρμόσουν. Στον πίνακα 6 που ακολουθεί σημειώνονται τα αποτελέσματα από την DEA σχετικά με τις τιμές των slacks που πρέπει να εφαρμοστούν πάνω στις εισροές/εκροές για να καταστήσουν την μονάδα αποδοτική, τον στόχο δηλαδή που πρέπει να θέσει η μη αποδοτική μονάδα, ώστε να γίνει τελικά αποδοτική (αποδοτικό σύνορο). Παρατηρούμε πως από την ανάλυση προτείνεται η διόρθωση στον αριθμό του προσωπικού (εισροή) για την περίπτωση στην μία περίπτωση του φορέα διαπίστευσης της Σλοβακίας και διόρθωση στον αριθμό διαπιστεύσεων (εκροή) για τον φορέα διαπίστευσης της Ελβετίας. Από τις τιμές των αποτελεσμάτων συμπεραίνουμε ότι:

- Η DMU Ελβετία για να γίνει αποδοτική θα πρέπει να αυξήσει τον αριθμό των διαπιστεύσεων που διενεργεί ετησίως κατά 243 (οι διαπιστεύσεις είναι εκροές συνεπώς αύξηση για την αύξηση αποδοτικότητας)
- Η DMU Σλοβακία θα πρέπει να μειώσει τον αριθμό των εργαζομένων κατά 68 άτομα (οι εργαζόμενοι είναι εισροή συνεπώς μείωση για αύξηση αποδοτικότητας) για να γίνει αποδοτική

Μη αποδοτική DMU	Βελτίωση εισροών - εκροών				
	Εργαζόμενοι	Έξοδα	ΑΕΠ	Έσοδα	Διαπιστεύσεις
ΕΛΒΕΤΙΑ	0	0	0,02	0	242,97
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	67,6	0	0,00	0	0

Πίνακας 6: Σχέδια βελτίωσης μη αποδοτικών μονάδων

Να σημειώσουμε ότι στον παραπάνω πίνακα η τιμή στις Διαπιστεύσεις για την DMU Ελβετία είναι διαφορετική από την εικόνα 8 των αποτελεσμάτων. Αυτό συμβαίνει καθώς στο πρόγραμμα δεν φαίνεται η αναλυτική τιμή των αποτελεσμάτων από τον πίνακα που δημιουργείται. Όταν φέρουμε όμως τον πίνακα σε μορφή Excel βλέπουμε όλο το αριθμητικό εύρος των τιμών των αποτελεσμάτων.

5. Έλεγχος παραδοχών για ΑΕΠ

Όπως αναλύσαμε νωρίτερα, την εισροή ΑΕΠ την εισαγάγαμε στο λογισμικό σαν μη διακριτή εισροή, αφού είναι ένας παράγοντας που δεν μπορεί να επηρεαστεί από τις διοικήσεις των φορέων και την σχετική τιμή της για κάθε χώρα. Θα προχωρήσουμε σε αναλύσεις ανάλογες όπως περιγράφηκε και εργαστήκαμε νωρίτερα αλλάζοντας όμως τον ρόλο και την τιμή της εισροής ΑΕΠ για να ελέγξουμε αν θα λάβουμε διαφορετικά αποτελέσματα.

ι. Τιμές ΑΕΠ και όχι σχετικές

Θα ξανατρέξουμε το λογισμικό EMS και την ανάλυση DEA για τις ίδιες DMUs αλλά με την αρχική τιμή για την εισροή ΑΕΠ και όχι την σχετική. Έχουμε τον παρακάτω πίνακα δεδομένων (Πίνακας 7).

	Employers {I}	Outgoings {I}	GDM {IN}	Ingoings {O}	Accreditations {O}
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	267	772.979	84.060.000.000	1.344.380	168
ΓΑΛΛΙΑ	1983	31.140.000	2.958.000.000.000	19.749.000	1029
ΕΛΒΕΤΙΑ	551	12.051.000	800.600.000.000	9.579.000	142
ΙΤΑΛΙΑ	655	21.227.200	2.108.000.000.000	27.461.000	965
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	849	14.146.000	1.013.000.000.000	14.087.000	838
ΣΕΡΒΙΑ	417	1.481.516	63.080.000.000	1.716.694	696
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	562	2.129.154	116.500.000.000	2.170.432	612
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	225	1910988	61.750.000.000	2114119	149
ΣΟΥΗΔΙΑ	308	154588000	635.700.000.000	151733000	550

Πίνακας 7: Δεδομένα ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS με την τιμή ΑΕΠ

Τρέχοντας το λογισμικό EMS λαμβάνουμε το παρακάτω αποτέλεσμα (Εικόνα 11):

C:\Users\Κωσταντίνος\Desktop\dea.xls_VRS_RAD_IN

	DMU	Score	Emplc (I)\W	Outgc (I)\W	GDM (IN)\W	Ingoir (O)\W	Accte (O)\W	Benchmarks	{S} Emplc (I)	{S} Outgc (I)	{S} GDM (IN)	{S} Ingoir (O)	{S} Accte (O)
1		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
2	ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0				
3	ΕΛΒΕΤΙΑ	63,38%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4 (0,29) 8 (0,00) 9 (0,71)	0,00	0,00	40,89	0,00	42,97
4	ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2				
5		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0				
6	ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
7	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	82,56%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 (0,17) 4 (0,02) 6 (0,81)	67,63	0,00	54,14	0,00	0,00
8	ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
9	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				

Εικόνα 11: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA ευρωπαϊκών φορέων για ολική τιμή ΑΕΠ

Συμπεραίνουμε ότι η επιλογή / διόρθωση που κάναμε δεν ήταν σημαντική αφού μετά την ανάλυση με ολοκληρωμένη τιμή για το ΑΕΠ τα αποτελέσματα δεν αλλοιώθηκαν ούτε για τις αποδοτικές και μη DMUs αλλά ούτε για τα benchmarks και τις τιμές των διορθωμένων slacks. Έχουν αλλάξει όμως οι τιμές των slacks για το ΑΕΠ, όμως ο συγκεκριμένος παράγοντας έχει χαρακτηριστεί ως μη διακριτή τιμή συνεπώς υπολογίζεται στην ανάλυση (για αυτό και παίρνει τιμές) αλλά δεν παίζει κάποιο ρόλο στα Benchmarks αφού έχει δηλωθεί πως είναι παράγοντας που δεν μπορεί να επηρεαστεί/διορθωθεί.

ii. Εισροή ΑΕΠ ως διακριτή

Για να ολοκληρώσουμε την ανάλυση σχετικά με την τιμή ΑΕΠ και κατά πόσο πρέπει να χρησιμοποιηθεί με τις τιμές της ή με σχετικές τιμές, θα θεωρήσουμε την εισροή ως διακριτή και θα ξανατρέξουμε τις δύο προηγούμενες αναλύσεις για να αποφανθούμε για την επιρροή της. Θα χρησιμοποιήσουμε τους πίνακες δεδομένων των αναλύσεων (Πίνακες 3 και 7) αλλά στον τίτλο της εισροής GDM θα βάλουμε την κατάληξη {I} για να θεωρηθεί ως διακριτή εισροή. Λαμβάνουμε τα αποτελέσματα με την σχετική τιμή της διακριτής ΑΕΠ (εικόνα 12) και της κανονικής τιμής ΑΕΠ (εικόνα 13):

C:\Users\Κωσταντινος\Desktop\dea.xls_VRS_RAD_IN

	DMU	Score	Emplc {I}\W	Outgc {I}\W	GDM {I}\W	Ingoir {O}\W	Accre {O}\W	Benchmarks	(S) Emplc {I}	(S) Outgc {I}	(S) GDM {I}	(S) Ingoir {O}	(S) Accre {O}
1		100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2				
2	ΓΑΛΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	2.57	0.00	0.00		0				
3	ΕΛΒΕΤΙΑ	65.30%	0.00	0.00	1.74	0.00	0.00	1 (0.77) 4 (0.21) 8 (0.02)	9.86	0.00	0.00	0.00	01.73
4	ΙΤΑΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2				
5		100.00%	0.00	0.00	7.74	0.00	0.00		0				
6	ΣΕΡΒΙΑ	100.00%	0.00	0.00	24.30	0.00	0.00		1				
7	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	84.12%	0.00	0.00	10.62	0.00	0.00	1 (0.17) 4 (0.02) 6 (0.82) 8 (0.00)	77.24	0.00	0.00	0.01	0.00
8	ΣΟΥΗΔΙΑ	100.00%	0.00	0.00	10.21	0.00	0.00		2				
9	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100.00%	0.00	0.00	82.28	0.00	0.00		0				

Εικόνα 12: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA για διακριτή σχετική τιμή ΑΕΠ

C:\Users\Κωσταντινος\Desktop\dea.xls_VRS_RAD_IN

	DMU	Score	Empl (I)\W	Outgc (I)\W	GDM (I)\W	Ingoir (O)\W	Accre (O)\W	Benchmarks	(S) Empl (I)	(S) Outgc (I)	(S) GDM (I)	(S) Ingoir (O)	(S) Accre (O)
1		100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2				
2	ΓΑΛΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0				
3	ΕΛΒΕΤΙΑ	65.30%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 (0.77) 4 (0.21) 8 (0.02)	9.86	0.00	27.93	0.00	01.73
4	ΙΤΑΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2				
5		100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0				
6	ΣΕΡΒΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		1				
7	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	84.12%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 (0.17) 4 (0.02) 6 (0.82) 8 (0.00)	77.24	0.00	47.37	0.01	0.00
8	ΣΟΥΗΔΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2				
9	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0				

Εικόνα 13: Αποτελέσματα ανάλυσης DEA για διακριτή τιμή ΑΕΠ

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα βλέπουμε πως στην περίπτωση που η εισροή ΑΕΠ θεωρηθεί ως διακριτή δεν έχουμε διαφορετικά αποτελέσματα είτε λάβουμε στα δεδομένα την σχετική τιμή της είτε την αρχική τιμή. Παρατηρείται διαφορά όμως στις τιμές των slacks και στα benchmarks αλλά όχι στα μη αποδοτικά DMUs. Η επιλογή του ΑΕΠ σε διακριτή τιμή δηλαδή, φαίνεται ότι επηρεάζει την θέση του αποδοτικού συνόρου αλλά όχι την σχετική θέση των αποδοτικών και μη DMUs. Συμπεραίνουμε ότι το να επιλέξουμε ως μη διακριτή την εισροή ΑΕΠ κρίνεται σημαντική αφού ανάλογα με την επιλογή έχουμε διαφορετικά αποτελέσματα.

4.7 Window ανάλυση αποδοτικότητας

Θα προχωρήσουμε σε διαχρονική αξιολόγηση της αποδοτικότητας των φορέων διαπίστευσης βάσει των δεδομένων που έχουμε συλλέξει ανά έτος για την 4ετία 2018-2021. Με αυτό τον τρόπο θα δούμε αν οι διορθωτικές κινήσεις (όπως η εξ αποστάσεως αξιολόγηση) και λοιπές κινήσεις και στρατηγικές των φορέων κατάφεραν να αυξήσουν την απόδοσή τους.

Θα εργαστούμε ξανά με το λογισμικό EMS για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε την window ανάλυση της DEA. Δημιουργούμε έναν πίνακα ανάλογο του πίνακα 3 όπου έχουμε προσθέσει τα δεδομένα και για τα υπόλοιπα έτη. Στον πίνακα 8 που ακολουθεί παραθέτουμε τα δεδομένα που θα εισάγουμε στην εφαρμογή με χρονολογική σειρά, πρώτα τα δεδομένα για το 2018 και ακολουθούν τα υπόλοιπα έτη, 2019 2020 και 2021 (στην εφαρμογή διαγράφουμε τις σειρές με τα έτη καθώς η εφαρμογή κάθε φορά που συναντά επανάληψη των DMUs συμπεραίνει πως ξεκινάει μια νέα χρονική περίοδος).

	Employers {I}	Outgoings {I}	GDM {IN}	Ingoings {O}	Accreditations {O}
2018					
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	611	647.579	0,0090	1.403.015	160
ΓΑΛΛΙΑ	1980	32.846.000	0,3795	34.456.000	1133
ΕΛΒΕΤΙΑ	556	10.609.000	0,0986	9.064.000	119
ΙΤΑΛΙΑ	544	19.009.000	0,2844	20.156.000	644
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	705	14.415.000	0,1243	14.595.000	810
ΣΕΡΒΙΑ	421	1.411.459	0,0069	1.458.277	741
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	560	1.821.372	0,0144	1.862.262	127
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	214	1.871.725	0,0074	1.876.976	139
ΣΟΥΗΔΙΑ	314	168.720.000	0,0755	171.521.000	483
2019					
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	239	737.287	0,0096	1.341.443	168
ΓΑΛΛΙΑ	1981	32.322.000	0,3798	33.228.000	1400
ΕΛΒΕΤΙΑ	563	11.536.000	0,1004	9.682.000	161
ΙΤΑΛΙΑ	579	19.232.000	0,2799	21.789.000	723
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	762	14.469.000	0,1267	14.470.000	838
ΣΕΡΒΙΑ	419	1.442.833	0,0072	1.427.524	766
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	559	2.012.600	0,0147	2.095.917	115
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	239	1.886.820	0,0076	1.940.022	144
ΣΟΥΗΔΙΑ	313	148.141.000	0,0743	164.603.000	519

2020					
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	267	684.958	0,0100	1.331.198	186
ΓΑΛΛΙΑ	1984	26.344.000	0,3761	27.076.000	983
ΕΛΒΕΤΙΑ	547	11.948.000	0,1054	9.373.000	180
ΙΤΑΛΙΑ	611	20.116.000	0,2704	21.212.000	832
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	828	13.644.000	0,1297	13.231.000	834
ΣΕΡΒΙΑ	434	1.282.489	0,0076	1.256.878	762
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	563	2.010.312	0,0152	2.442.558	187
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	240	1.765.619	0,0077	1.866.566	146
ΣΟΥΗΔΙΑ	317	146.595.000	0,0780	152.473.000	418
2021					
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	267	772.979	0,0107	1.344.380	168
ΓΑΛΛΙΑ	1983	31.140.000	0,3773	19.749.000	1029
ΕΛΒΕΤΙΑ	551	12.051.000	0,1021	9.579.000	142
ΙΤΑΛΙΑ	655	21.227.200	0,2689	27.461.000	965
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	849	14.146.000	0,1292	14.087.000	838
ΣΕΡΒΙΑ	417	1.481.516	0,0080	1.716.694	696
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	562	2.129.154	0,0149	2.170.432	612
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	225	1910988	0,0079	2114119	149
ΣΟΥΗΔΙΑ	308	154588000	0,0811	151733000	550

Πίνακας 8: Δεδομένα Window ανάλυσης DEA με το λογισμικό EMS για τα έτη 2018 έως και 2021

Επιλέγουμε όπως εργαστήκαμε και στο πρώτο κομμάτι επιλέγοντας μοντέλο VRS με προσανατολισμό στις εισροές και επιλέγουμε Window Analysis με 4 περιόδους και Width 1. Το λογισμικό θα μας φέρει 4 πίνακες (εικόνες 14, 15, 16 και 17) στα αποτελέσματα τους Window0, Window1, Window2 και Window3 όπου οι αριθμοί 0-3 αντιπροσωπεύουν με χρονολογική σειρά τα έτη 2018, 2019, 2020 και 2021. Υπενθυμίζουμε πως στη window ανάλυση για μία σειρά περιόδων η κάθε DMU εξετάζεται σα να ήταν μία ξεχωριστή μονάδα σε κάθε μία περίοδο. Για το λόγο αυτό παρατηρούμε σε κάθε επόμενη περίοδο πως έχει αυξηθεί ο αριθμός των DMUs και κατά συνέπεια και η διακριτική ισχύς (π.χ. για $t = 1$ στον πίνακα 13 οι DMUs καταλαμβάνουν τις θέσεις 10-18 αφήνοντας τις γραμμές 1-9 κενές). Θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα συνοπτικά ανά έτος και συγκεντρωτικά όπως εργαστήκαμε για την DEA ανάλυση.

E C:\Users\Κωσταντινος\Desktop\dea_VRS_RAD_IN_Window0

	DMU	Score	Emplc {I}\{W}	Outgc {I}\{W}	GDM {IN}\{N}	Ingoir {O}\{W}	Accre {O}\{W}	Benchmarks	{S} Emplc {I}	{S} Outgc {I}	{S} GDM {IN}	{S} Ingoir {O}	{S} Accre {O}
1		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2				
2	ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00		0				
3	ΕΛΒΕΤΙΑ	79,53%	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1 (0,30) 4 (0,33) 8 (0,36) 9 (0,01)	0,00	0,07	0,00	0,07	93,60
4	ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2				
5		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0				
6	ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	0,00	0,00	24,87	0,00	0,00		0				
7	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	78,29%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1 (0,55) 4 (0,01) 8 (0,43)	0,00	0,00	0,00	0,00	30,48
8	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	0,00	0,00	7,28	0,00	0,00		2				
9	ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	0,00	0,00	47,20	0,00	0,00		1				

Εικόνα 14: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 0$, 2018

E C:\Users\Κωσταντινος\Desktop\dea_VRS_RAD_IN_Window1

	DMU	Score	Emplc {I}\{W}	Outgc {I}\{W}	GDM {IN}\{N}	Ingoir {O}\{W}	Accre {O}\{W}	Benchmarks	{S} Emplc {I}	{S} Outgc {I}	{S} GDM {IN}	{S} Ingoir {O}	{S} Accre {O}
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2				
11	ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00		1				
12	ΕΛΒΕΤΙΑ	71,67%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10 (0,95) 18 (0,05)	60,71	0,00	0,09	0,00	24,93
13	ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
14		92,34%	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	11 (0,14) 13 (0,24) 15 (0,60) 18 (0,02)	31,30	0,08	0,00	0,10	0,00
15	ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	0,00	0,00	70,12	0,00	0,00		1				
16	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	70,48%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10 (1,00) 18 (0,00)	54,64	0,00	0,00	0,00	54,62
17	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	0,00	0,00	06,47	0,00	0,00		0				
18	ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	0,00	0,00	35,93	0,00	0,00		3				

Εικόνα 15: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 1$, 2019

C:\Users\Κωσταντίνος\Desktop\dea_VRS_RAD_IN_Window2														
	DMU	Score	Empl {I}\W	Outgc {I}\W	GDM {IN}\I	Ingoir {O}\I	Accre {O}\W	Benchmarks	{S} Empl {I}	{S} Outgc {I}	{S} GDM {IN}	{S} Ingoir {O}	{S} Accre {O}	
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19		100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		2					
20	ΓΑΛΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	27.01	0.00	0.00		0					
21	ΕΛΒΕΤΙΑ	70.71%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19 (0.95) 27 (0.05)	17.12	0.00	0.09	0.00	18.34	
22	ΙΤΑΛΙΑ	100.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0					
23		100.00%	0.00	0.00	56.59	0.00	0.00		0					
24	ΣΕΡΒΙΑ	100.00%	0.00	0.00	52.83	0.00	0.00		0					
25	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	87.44%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19 (0.99) 27 (0.01)	24.93	0.00	0.00	0.00	0.71	
26	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100.00%	0.00	0.00	50.62	0.00	0.00		0					
27	ΣΟΥΗΔΙΑ	100.00%	0.00	0.00	67.16	0.00	0.00		2					

Εικόνα 16: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 2$, 2020

C:\Users\Κωσταντίνος\Desktop\dea_VRS_RAD_IN_Window3

	DMU	Score	Emplc (I)\W	Outgc (I)\W	GDM (IN)\I	Ingoir (O)\I	Accre (O)\W	Benchmarks	{S} Emplc (I)	{S} Outgc (I)	{S} GDM (IN)	{S} Ingoir (O)	{S} Accre (O)
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28		100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1				
29	ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0				
30	ΕΛΒΕΤΙΑ	63,38%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31 (0,29) 35 (0,71) 36 (0,00)	0,00	0,00	0,02	0,00	42,97
31	ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	0,00	0,00	38,89	0,00	0,00		2				
32		100,00%	0,00	0,00	48,31	0,00	0,00		0				
33	ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	0,00	0,00	68,60	0,00	0,00		1				
34	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	82,56%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28 (0,17) 31 (0,02) 33 (0,81)	67,63	0,00	0,00	0,00	0,00
35	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	0,00	0,00	54,89	0,00	0,00		1				
36	ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	0,00	0,00	97,16	0,00	0,00		1				

Εικόνα 17: Αποτελέσματα ανάλυσης window DEA για $t = 3$, 2021

- Σχετική αποδοτικότητα

Κατασκευάζουμε τον πίνακα 9 όπου έχουμε καταγράψει ανά έτος την σχετική αποδοτικότητα κάθε φορέα (DMU) και έχουμε υπολογίσει τον μέσο όρο της σχετικής αποδοτικότητας των φορέων ανά έτος εργασίας. Παρατηρούμε πως οι φορείς Ελβετία και Σλοβακία παραμένουν μη αποδοτικές DMUs καθόλα τα έτη, ενώ το έτος 2019 κρίθηκε μη αποδοτική και η Ολλανδία. Άξιο αναφοράς είναι ακόμη ότι το 2019 υπήρξε πτώση του μέσου όρου αποδοτικότητας σε σχέση με το έτος αναφοράς της αξιολόγησης μας (έτος 2018), αποτέλεσμα λογικό καθώς ήταν το πρώτο έτος της πανδημίας. Το έτος 2020 που ακολούθησε κρίθηκε αποτελεσματικό καθώς οι μη αποδοτικές DMUs μειώθηκαν ξανά σε δύο με αύξηση του μέσου όρου σχετικής αποδοτικότητας των φορέων. Το 2021 ενώ συνεχίζουν να παραμένουν δύο οι φορείς που κρίνονται μη αποδοτικές, ο μέσος όρος σχετικής αποδοτικότητας μειώνεται ξανά αλλά σαφώς και όχι στα επίπεδα της μείωσης του 2019.

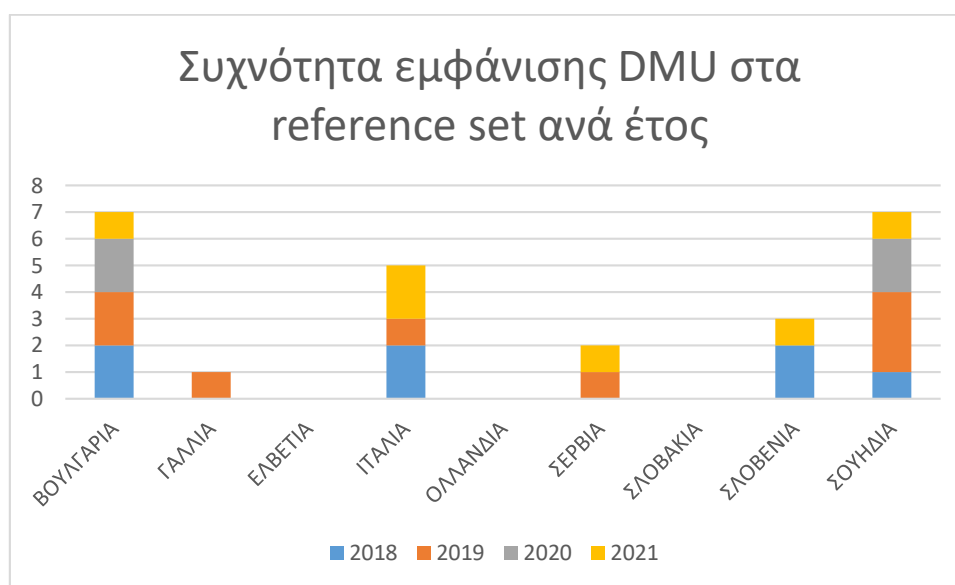
Φορέας	2018	2019	2020	2021
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
ΓΑΛΛΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
ΕΛΒΕΤΙΑ	79,53%	71,67%	70,71%	63,38%
ΙΤΑΛΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	100,00%	92,34%	100,00%	100,00%
ΣΕΡΒΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	78,29%	70,48%	87,44%	82,56%
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
ΣΟΥΗΔΙΑ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Μ.Ο.	95,31%	92,72%	95,35%	93,99%

Πίνακας 9: Σχετική αποδοτικότητα φορέων χρονολογικά

- Συχνότητα εμφάνισης αποδοτικών DMU

Στην συνέχεια της ανάλυσης θα εξετάσουμε ποια είναι τα DMU που εμφανίζονται περισσότερες φορές στα reference set και αποτελούν περισσότερες φορές ομότιμες μονάδες για τις μη αποδοτικές ανά έτος αλλά και συγκεντρωτικά. Από το Σχήμα 4 βλέπουμε πως οι φορείς διαπίστευσης Βουλγαρία και Σουηδία εμφανίζονται τις περισσότερες φορές και μάλιστα σε κάθε έτος ανάλυσης και ακολουθεί η Ιταλία όπου δεν αποτέλεσε ομότιμη

μονάδα το έτος 2020. Οι τρεις αυτοί εθνικοί φορείς είναι τα DMUs που καθορίζουν και την καμπύλη του αποδοτικού συνόρου και κρίθηκαν αποδοτικές όλο το υπό εξέταση διάστημα. Σαν ομότιμες κρίθηκαν και οι Σλοβενία, Σερβία και Γαλλία αλλά σε μικρότερο βαθμό (αριθμό) και σε συγκεκριμένα υπό εξέταση έτη. Αξίζει να αναφέρουμε πως οι τρεις DMUs που αξιολογήθηκαν ως μη αποδοτικές έστω και μια φορά βάσει της window ανάλυσης είναι οι μόνες που δεν αποτέλεσαν ποτέ ομότιμη μονάδα.



Σχήμα 4: Διάγραμμα συχνότητας εμφάνισης αποδοτικών DMU ως ομότιμα ανά έτος

- Προσδιορισμός στόχων

Μεταφέροντας τα αποτελέσματα των slacks για κάθε μη αποδοτική DMU ανά έτος εξέτασης της αποδοτικότητας βάσει της window ανάλυσης στον πίνακα 10, παρατηρούμε πως τα χρόνια της πανδημίας οι διορθωτικές κινήσεις των μη αποδοτικών DMUs για να καταστούν αποδοτικές αφορούν κυρίως τους εργαζομένους και συγκεκριμένα μείωση προσωπικού ή εξωτερικών συνεργατών/αξιολογητών, ενώ τα έτη προ και μετά πανδημίας (2018 και 2021 αντίστοιχα) οι διορθωτικές ενέργειες των μη αποδοτικών εστιάζονται στην αύξηση του αριθμού των διαπιστεύσεων και αξιολογήσεων το οποίο θα έρθει μέσα από ανάπτυξη και συνεργασία ακόμη και εκτός των συνόρων του κράτους στο οποίο ανήκουν.

2018	{S} Employers {I}	{S} Outgoings {I}	{S} GDM {IN}	{S} Ingoings {O}	{S} Accreditations {O}
ΕΛΒΕΤΙΑ	0	0,07	0	0,07	193,6
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	0	0	0	0	30,48
2019					
ΕΛΒΕΤΙΑ	160,71	0	0,09	0	24,93
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	31,3	0,08	0	0,1	0
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	154,64	0	0	0	54,62
2020					
ΕΛΒΕΤΙΑ	117,12	0	0,09	0	18,34
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	224,93	0	0	0	0,71
2021					
ΕΛΒΕΤΙΑ	0	0	0,02	0	242,97
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	67,63	0	0	0	0

Πίνακας 10: Σχέδια βελτίωσης μη αποδοτικών μονάδων ανά έτος

4.8 Ανάλυση του Malmquist Productivity Index (MPI)

Στόχος μέσα από την ανάλυση του MPI είναι να μελετηθεί η μεταβολή στην αποδοτικότητα και παραγωγικότητα και να μετρηθεί η όποια βελτίωση κατά την εξέλιξη της υπό εξεταζόμενης χρονικής περιόδου και ποιοι και πόσοι φορείς έφεραν το αποτέλεσμα αυτό. Για τον υπολογισμό του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα όπως και στην ανάλυση window (πίνακας 8), χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα DEAP. Για την εισαγωγή της πληροφορίας στην εφαρμογή, κατασκευάσαμε έναν πίνακα σε μορφή .txt ανάλογο του πίνακα 8 με τα δεδομένα ανά χρονολογική σειρά (πρώτα για το έτος 2018 και ακολουθούν τα υπόλοιπα έως και το 2021) και μόνο τις στήλες πρώτα τις εκροές και στη συνέχεια τις εισροές. Ο υπολογισμός έγινε βάσει των οδηγιών που εισαγάγαμε (σχετικά με τον αριθμό των DMUs, των χρονικών περιόδων, των αριθμών εκροών και εισροών καθώς και τον προσανατολισμό και το μοντέλο της ανάλυσης) σε μορφή .txt (εικόνα 18) και λάβαμε το αποτέλεσμα σε αρχείο της ίδιας μορφής.

```

1 dea.txt          DATA FILE NAME
2 malm.txt         OUTPUT FILE NAME
3 9               NUMBER OF FIRMS
4 4               NUMBER OF TIME PERIODS
5 2               NUMBER OF OUTPUTS
6 3               NUMBER OF INPUTS
7 0               0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
8 1               0=CRS AND 1=VRS
9 2               0=DEA (MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA (1-STAGE), 4=DEA (2-STAGE)

```

Εικόνα 18: Αρχείο .txt με τις οδηγίες ανάλυσης Malmquist

Η εφαρμογή μας έδωσε αποτελέσματα σχετικά με την CRS και VRS αποδοτικότητα ανά έτος και ειδικά για την CRS μας δίνει ανά έτος εργασίας την αποδοτικότητα για τις περιόδους $t - 1, t, t + 1$ όπου t είναι η τρέχουσα περίοδος. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 11.

2018		t	t+1	vrs	2019	t-1	t	t+1	vrs
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	0.000	1.000	1.190	1.000	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	20.452	1.000	1.126	1.000
ΓΑΛΛΙΑ	0.000	0.989	0.926	1.000	ΓΑΛΛΙΑ	0.970	0.928	0.957	1.000
ΕΛΒΕΤΙΑ	0.000	0.806	0.754	0.808	ΕΛΒΕΤΙΑ	0.792	0.741	0.785	0.750
ΙΤΑΛΙΑ	0.000	1.000	0.947	1.000	ΙΤΑΛΙΑ	1.069	1.000	1.074	1.000
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	0.000	0.956	1.030	1.000	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	0.945	1.000	1.036	1.000
ΣΕΡΒΙΑ	0.000	1.000	6.879	1.000	ΣΕΡΒΙΑ	1.039	1.000	1.041	1.000
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	0.000	0.966	0.981	0.984	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	0.983	0.969	0.858	1.000
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	0.000	0.948	1.014	1.000	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	0.972	1.000	0.971	1.000
ΣΟΥΗΔΙΑ	0.000	1.000	1.039	1.000	ΣΟΥΗΔΙΑ	1.093	1.000	1.252	1.000
mean	0.000	0.963	1.640	0.977	mean	3.146	0.960	1.011	0.972
2020		t-1	t	t+1	vrs	2021	t-1	t	vrs
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	5.767	1.000	1.117	1.000	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	2.291	1.000	0.000	1.000
ΓΑΛΛΙΑ	0.914	0.948	0.795	1.000	ΓΑΛΛΙΑ	0.603	0.493	0.000	1.000
ΕΛΒΕΤΙΑ	0.692	0.735	0.606	0.739	ΕΛΒΕΤΙΑ	0.745	0.614	0.000	0.634
ΙΤΑΛΙΑ	1.093	1.000	0.884	1.000	ΙΤΑΛΙΑ	1.226	1.000	0.000	1.000
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	1.020	1.000	0.756	1.000	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	1.005	0.776	0.000	0.842
ΣΕΡΒΙΑ	1.119	1.000	1.265	1.000	ΣΕΡΒΙΑ	5.050	1.000	0.000	1.000
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	1.219	1.000	0.951	1.000	ΣΛΟΒΑΚΙΑ	3.129	0.849	0.000	0.859
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	1.083	1.000	0.828	1.000	ΣΛΟΒΕΝΙΑ	1.044	0.865	0.000	1.000
ΣΟΥΗΔΙΑ	0.936	1.000	1.058	1.000	ΣΟΥΗΔΙΑ	1.343	1.000	0.000	1.000
mean	1.538	0.965	0.918	0.971	mean	1.826	0.844	0.000	0.926

Πίνακας 11: Αποτελέσματα CRS και VRS αποδοτικότητας μετά την ανάλυση Malmquist

Για τα αποτελέσματα θα μπορούμε να σχολιάσουμε τα εξής:

- Ο μέσος όρος της VRS αποδοτικότητας έχει μικρές αποκλίσεις ανά έτος με πτωτική τάση όπου το 2021 παρουσιάζει και την μεγαλύτερη μείωση (μικρής κλίμακας)
- Οι DMUs που κρίθηκαν μη αποδοτικές και στη συγκεκριμένη ανάλυση είναι κυρίως οι Ελβετία και Σλοβακία με την διαφορά πως σε αυτή την περίπτωση η Ελβετία ήταν μη αποδοτική όλα τα έτη εργασίας, η Σλοβακία κρίθηκε μη αποδοτική τα έτη 2018 και 2021 και η Ολλανδία κρίθηκε μη αποδοτική το έτος 2021.
- Παρατηρούμε κάποιες τιμές ακραίες με άξια αναφοράς αυτή της DMU Βουλγαρία στο έτος 2019 που αναφέρεται όμως στο 2018 ($t - 1$)
- Από τις τιμές της CRS αποδοτικότητας το 2018 φαίνεται να υπήρχε τάση για αύξηση της αποδοτικότητας το 2019. Λόγω τα πανδημίας και των σχετικών μέτρων για την αντιμετώπιση με τα γνωστά μέτρα, είχαμε μείωση της αποδοτικότητας με τον δείκτη $t + 1$ να είναι θετικός για το 2020 (έτος εργασίας 2019) και για το 2021 (έτος εργασίας 2020) με τα αποτελέσματα όμως να μην επιβεβαιώνουν την τάση αυτή.
- Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως τα αποτελέσματα είναι εφάμιλλα της ανάλυσης Window με κάποιες διαφοροποιήσεις τα δύο τελευταία έτη όπως είδαμε και προηγουμένως.

Προχωρώντας περαιτέρω την ανάλυση η εφαρμογή μας δίνει τα συγκεντρωτικά στοιχεία του δείκτη Malmquist. Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των στοιχείων του δείκτη, όλων των εθνικών φορέων για όλα τα χρόνια της ανάλυσης.

firm	effch	techch	pech	sech	tfpch
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	1.000	2.377	1.000	1.000	2.377
ΓΑΛΛΙΑ	0.793	1.073	1.000	0.793	0.851
ΕΛΒΕΤΙΑ	0.914	1.069	0.922	0.991	0.977
ΙΤΑΛΙΑ	1.000	1.081	1.000	1.000	1.081
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	0.933	1.067	0.944	0.988	0.996
ΣΕΡΒΙΑ	1.000	0.930	1.000	1.000	0.930
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	0.958	1.322	0.956	1.002	1.266
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	0.970	1.067	1.000	0.970	1.035
ΣΟΥΗΔΙΑ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
mean	0.950	1.171	0.980	0.969	1.111

Πίνακας 12: Μέσοι όροι δεικτών Malmquist

Παρατηρούμε τα εξής σημαντικά στοιχεία:

- Οι ευρωπαϊκοί φορείς διαπίστευσης παρουσίασαν πρόοδο κατά την διάρκεια των 4 ετών στον τομέα των μεταβολών τεχνολογικού επιπέδου (στήλη techch). Αξίζει να αναφέρουμε πως μόνο η Σερβία παρουσίασε μικρή πτωτική πορεία της τάξης του 7% και η Βουλγαρία είχε την μεγαλύτερη πρόοδο της τάξης του 137,7% με την Σλοβακία να έχει τη δεύτερη μεγαλύτερη ανάπτυξη με ποσοστό 32,2%
- Αντίθετα στον τομέα των μεταβολών τεχνικής, καθαρής τεχνικής αποδοτικότητας και της αποδοτικότητας κλίμακας (στήλες effch, rech και sech) υπήρξε επιδείνωση μικρής κλίμακας της τάξης του 5%, 2% και 3,1% αντίστοιχα. Στο κομμάτι της τεχνικής αποδοτικότητας το 55,55% των φορέων παρουσίασε πτωτική πορεία με μεγαλύτερη αυτή της Γαλλίας (20,7%) ενώ οι υπόλοιπες δεν ξεπέρασαν το 8,6%. Αυτό επηρέασε και την αποδοτικότητα κλίμακας αφού στην καθαρά τεχνική αποδοτικότητα το 44,44% των φορέων παρουσίασε πτωτική πορεία που δεν ξεπέρασε το 7,8%
- Τα παραπάνω σημεία αντικατοπτρίζονται στον δείκτη TFP όπου παρατηρήθηκε πρόοδος της τάξης του 11,1% και σε αυτό έπαιξαν πρώτο ρόλο η μεγάλη ανάπτυξη στο τεχνολογικό τομέα της Βουλγαρίας και σε δεύτερο της Σλοβακίας καθώς και η μείωση της τεχνικής αποδοτικότητας της Γαλλίας
- Η Σουηδία ήταν ο μοναδικός φορέας ο οποίος παρέμεινε αμετάβλητος σε όλα τα επίπεδα καθόλη την εξεταζόμενη διάρκεια των ετών 2018-2021

Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή περιγράφηκε η δομή, ο ρόλος και οι λειτουργίες των εθνικών φορέων διαπίστευσης καθώς αναλύθηκε και η μέθοδος DEA αναλύοντας τα βασικά σημεία της μεθόδου και τα σημεία προσοχής, η χρησιμοποίηση της σε διάφορους τομείς και ερευνητικές μελέτες και τέλος παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν τα αποτελέσματα της εμπειρικής μελέτης που διεξήχθη με τη συγκεκριμένη μέθοδο για την αξιολόγηση των εθνικών φορέων διαπίστευσης βάσει της αποδοτικότητάς τους. Στην παρούσα ενότητα, θα παρουσιαστούν κάποια συμπεράσματα και παρατηρήσεις σχετικά με την μέθοδο, όπως επίσης θα τονιστούν και οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της μεθόδου.

Οι βασικοί υπολογισμοί της μεθόδου επιλέχθηκε να γίνουν με δύο εύκολα στη χρήση και ευρέως διαδεδομένα στην ακαδημαϊκή κοινότητα λογισμικά για την μέθοδο DEA, τα EMS και DEAP και αυτό καθώς από τα σημαντικότερα κομμάτια της μεθόδου είναι ο καθορισμός μη υπολογιστικών παραμέτρων, η επιλογή των DMUs, η επιλογή των εισροών και εκροών, η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου (CRS ή VRS) και η επιλογή της κατάλληλης ανάλυσης ευαισθησίας για τα αποτελέσματα της μεθόδου.

- Οι DMUs θα πρέπει να είναι ομοιογενείς και να εκτελούν ίδιες λειτουργίες για να παράξουν παρόμοιους στόχους
- Ο αριθμός των υπό ανάλυση DMUs εξαρτάται από τον αριθμό των ομοιογενών μονάδων και τους στόχους της έρευνας. Γενικά, ο αριθμός αυτός θα πρέπει να είναι 2 ή 3 φορές μεγαλύτερος από το άθροισμα των εισροών και εκροών, ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερη διάκριση μεταξύ αποδοτικών και μη αποδοτικών μονάδων, αλλά το μέγεθος μπορεί να είναι ασήμαντο όταν η μελέτη αφορά συγκριτική αξιολόγηση που αφορά την απόδοση μεμονωμένων DMUs
- Η επιλογή των εισροών και των εκροών αποτελεί υποκειμενική διαδικασία του ερευνητή και οι διαδικασίες διαλογής που ακολουθεί μπορεί να είναι ποσοτικές ή ποιοτικές. Σε περιπτώσεις που δεν είναι ξεκάθαρος ο χαρακτηρισμός ενός παράγοντα ως εισροή ή εκροή, εάν αύξηση αυτού του παράγοντα οδηγεί σε βελτίωση της απόδοσης, τότε θεωρείται εκροή, ενώ εάν η αύξησή του οδηγεί σε μειωμένη απόδοση θεωρείται εισροή

- Επιλογή κατάλληλου μοντέλου για την ανάλυση DEA, προσανατολισμένο στις εισροές ή στις εκροές, σταθερών ή μεταβλητών αποδόσεων κλίμακας

Κατά την ανάλυση βάσει της μεθόδου DEA οι αποδοτικές μονάδες καθορίζουν το αποδοτικό σύνορο όπου απόκλιση από αυτό καθορίζει μία μονάδα ως μη αποδοτική. Στο τέλος της ανάλυσης για αυτές τις μη αποδοτικές παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τις αποδόσεις τους, τις "χαλαρές" μεταβλητές (slacks) αλλά και τις μονάδες αναφοράς (benchmarks). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την μελέτη πρέπει να αξιολογηθούν με προσοχή. Ο δείκτης παραγωγικότητας Malmquist μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και επιτρέπει στις αποδοτικότητες της μεθόδου να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση χρονοσειρών.

Γενικά σχετικά με τις δυνατότητες της μεθόδου θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως είναι αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης αποδοτικότητας βασισμένο σε αριθμητικά δεδομένα με αποτέλεσμα να προσφέρει αντικειμενικότητα. Ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων που θα εξεταστούν μπορούμε να επιλέξουμε μεγάλο αριθμό εισροών και εκροών που μπορούν να μετρηθούν σε διαφορετικές μονάδες. Τέλος να αναφέρουμε πως η μέθοδος DEA είναι μη παραμετρική μέθοδος συνεπώς δεν απαιτεί καμία υπόθεση σχετικά με την σχέση μεταξύ παραγόντων (εισροών και εκροών).

Θα πρέπει να αναφερθούμε και στους περιορισμούς της μεθόδου. Στις περιπτώσεις επιλογής μεγάλου αριθμού DMUs (που είναι και οι περισσότερες) η μέθοδος απαιτεί την επίλυση ξεχωριστού προβλήματος για κάθε DMU με αποτέλεσμα υπολογιστικών δυσκολιών. Επίσης όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των μονάδων τόσο μεγαλώνει η πιθανότητα ανομοιογένειας των λειτουργιών αλλά και των δεδομένων των εν δυνάμει μονάδων. Για την εύρεση της σχετικής αποδοτικότητας των μονάδων η μέθοδος επιλύει προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού που ειδικά σε περίπτωση περισσότερων των δύο εισροών και εκροών δεν είναι εύκολα κατανοητή η διαδικασία για το μη εκπαιδευμένο σε τέτοιους είδους ανάλυση κοινό. Επίσης λόγω του ότι είναι μη παραμετρική μέθοδος είναι δύσκολη η διεξαγωγή τεστ στατιστικών υποθέσεων. Τέλος για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή κατάλληλων συμπερασμάτων χρειάζονται περαιτέρω αναλύσεις.

Η DEA αποτελεί μία μέθοδο κατάλληλη για μέτρηση της αποδοτικότητας των φορέων διαπίστευσης, αφού αυτοί αποτελούν μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς που διαχειρίζονται

εισροές και εκροές και οι τιμές που επιβάλλονται στις υπηρεσίες τους δεν έχουν στόχο το συνεχόμενο κέρδος αλλά την παροχή ποιοτικών υπηρεσιών. Η μέθοδος κάνει διαχωρισμό των αποδοτικών μονάδων από τις μη αποδοτικές και για τις τελευταίες ορίζει ένα σύνολο ομότιμων ομάδων που μπορούν να αποτελέσουν σημεία σύγκρισης για τη βελτίωσή των μη αποδοτικών. Έτσι, αποδεικνύεται πολύ σημαντικό εργαλείο για τις διοικήσεις των φορέων διαπίστευσης αφού προτείνει λύσεις βελτίωσης για τις μη αποδοτικές μονάδες ώστε να επιτύχουν 100% αποδοτικότητα. Ωστόσο, δεν είναι πάντα εφικτές αυτές οι προτάσεις αλλά είναι ενδεικτικές της αποδοτικότητας ή μη ενός οργανισμού.

Στην ανάλυση που διενεργήσαμε έγινε προσπάθεια συλλογής στοιχείων από όλους ή τους περισσότερους ευρωπαϊκούς φορείς διαπίστευσης και για όσα στοιχεία ήταν διαθέσιμα προς το ακαδημαϊκό κοινό. Μεγάλο ρόλο αποτέλεσε η επεξεργασία των δεδομένων αφού ο κάθε φορέας είχε την δική του πολιτική για την αναγραφή των ετήσιων αποτελεσμάτων και διαφορετικό τρόπο αναγραφής και παρουσίασης. Λόγω της ομοιογένειας που θα πρέπει να έχουν οι μονάδες στην μεθοδολογία DEA αποκλείστηκαν αρκετοί φορείς και δεδομένα για την αποφυγή σφαλμάτων στην μελέτη. Ως μοντέλο ανάλυσης για όλες τις αναλύσεις της εργασίας επιλέχθηκε το BCC-I (VRS ανάλυση με προσανατολισμό προς τις εισροές) αφού οι εθνικοί φορείς διαπίστευσης είναι οργανισμοί που η απόδοσή τους δεν εξαρτάται από την κλίμακα λειτουργίας τους (αύξηση των εισροών θα μας δώσει αύξηση των εκροών ίδιας αναλογίας) και οι εκροές καθορίζονται με βάση τους στόχους της διεύθυνσης και όχι εξάγοντας το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης.

Στο πρώτο κομμάτι της εργασίας μας προχωρήσαμε στην ανάλυση DEA και την αποτίμηση της σχετικής αποδοτικότητας των DMUs για το έτος 2021 που ήταν το τελευταίο έτος για το οποίο είχαμε δεδομένα από όλους τους υπό ανάλυση φορείς και προχωρήσαμε σε προτάσεις βελτίωσης για τους φορείς που αποδείχθηκαν μη αποδοτικοί βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Σε γενικές γραμμές, η αποδοτικότητα των φορέων αποδεικνύεται υψηλή, με τους περισσότερους από αυτούς να επιτυγχάνουν 100% αποδοτικότητα. Δύο φορείς κρίθηκαν ως μη αποδοτικοί, η Ελβετία (63,38%) και η Σλοβακία (82,56%) και οι φορείς αναφοράς ήταν η Ιταλία με δύο εμφανίσεις και από μία εμφάνιση οι Βουλγαρία, Σουηδία, Σερβία και Σλοβενία. Οι παράγοντες στους οποίους οι μη αποδοτικοί φορείς θα πρέπει να προχωρήσουν σε διορθωτικές κινήσεις για την προσπάθειά τους να γίνουν αποδοτικοί είναι για την DMU Ελβετία να αυξήσει τον αριθμό

των διαπιστεύσεων που διενεργεί ετησίως κατά 243 (οι διαπιστεύσεις είναι εκροές συνεπώς αύξηση για την αύξηση αποδοτικότητας) πράγμα που μπορεί να επιτύχει διενεργώντας διαπιστεύσεις και σε άλλες χώρες της Ευρώπης εφόσον έχουν καλυφθεί οι ανάγκες στο εσωτερικό της χώρας και η DMU Σλοβακία να μειώσει τον αριθμό των εργαζομένων κατά 68 άτομα (οι εργαζόμενοι είναι εισροή συνεπώς μείωση για αύξηση αποδοτικότητας) είτε μειώνοντας μόνιμο προσωπικό, είτε μειώνοντας τον αριθμό των εξωτερικών συνεργατών αξιολογητών (ίσως μειώνοντας τον αριθμό των αξιολογητών ανά έργο). Στο τέλος προχωρήσαμε και σε δοκιμαστικές αναλύσεις για να αποφανθούμε αν ήταν σημαντική η εισαγωγή ως παράγοντα εισροής το ΑΕΠ. Τρέξαμε την ίδια ανάλυση είτε απαλείφοντας την συγκεκριμένη εισροή είτε θεωρώντας την εισροή ως διακριτή (να υπολογιστεί από το σύστημα πως μπορεί να επηρεαστεί από τον εκάστοτε φορέα). Σε κάθε ανάλυση είχαμε μικρές αλλά υπαρκτές αποκλίσεις από τα αποτελέσματα συνεπώς θεωρείται ορθή η αρχική μας επιλογή να εισαχθεί ως εισροή αλλά μη διακριτή αφού δεν μπορεί να επέμβει ο εκάστοτε φορέας στην διαμόρφωση της τιμής του για την αύξηση της αποδοτικότητας του.

Το επόμενο βήμα της εργασίας μας ήταν η window ανάλυση για την διαχρονική εξέλιξη της αποδοτικότητας των φορέων για τα 4 χρόνια για τα οποία είχαμε τα δεδομένα και αφορούν τα έτη προ και κατά τη διάρκεια της πανδημίας λόγω COVID. Τα αποτελέσματα της διαχρονικής ανάλυσης δείχνουν πως όπως και στην DEA ανάλυση οι φορείς Ελβετία και Σλοβακία παραμένουν μη αποδοτικές DMUs καθόλα τα έτη, ενώ το έτος 2019 κρίθηκε μη αποδοτική και η Ολλανδία. Όσον αφορά το μέσο όρο αποδοτικότητας όλων των φορέων παρουσίασε πτώση το 2019 (πρώτο έτος πανδημίας), το έτος 2020 η μέση απόδοση αυξήθηκε ενώ το 2021 παρουσίασε μικρή μείωση αλλά όχι στα επίπεδα του 2019. Μία ερμηνεία του αποτελέσματος αυτού είναι πως μετά τις δραματικές αλλαγές που έφερε η πανδημία το έτος 2019 υπήρξε άμεση η αντίδραση των ευρωπαϊκών φορέων διαπίστευσης στην λειτουργία τους, ενέργειες που κρίθηκαν αποτελεσματικές και η μείωση της σχετικής αποδοτικότητας το έτος 2021 σηματοδοτεί την προσπάθεια του συστήματος (ευρωπαϊκοί φορείς διαπίστευσης και λειτουργίες τους) να ισορροπήσουν μετά από τις μεγάλες αλλαγές. Τα επόμενα χρόνια θα μπορούσε να συνεχιστεί η ανάλυση για να δούμε αν το σύστημα κατάφερε εντέλει να ισορροπήσει. Όσον αφορά τις DMUs που εμφανίζονται περισσότερες φορές και σε κάθε έτος ανάλυσης στα reference set για τις μη αποδοτικές είναι οι φορείς διαπίστευσης Βουλγαρία και Σουηδία. Ακολουθεί η Ιταλία με τις αμέσως περισσότερες

παρουσίες, ειδικά τα έτη 2018 και 2021 ενώ δεν είχε παρουσία το 2020. Συμπεραίνουμε πως οι φορείς της Βουλγαρίας και της Σουηδίας είναι οι πιο σταθερές και αποδοτικοί φορείς με την Ιταλία να παρουσιάζει υψηλή απόδοση το 2018 αλλά επηρεάστηκε η απόδοση κατά την πανδημία και να ανακάμπτει το 2021. Άξιο αναφοράς από την ανάλυση των διορθωτικών ενεργειών των μη αποδοτικών φορέων κατά τα έτη πανδημίας (2019 και 2020) αφορούν κυρίως τους εργαζομένους και συγκεκριμένα μείωση προσωπικού ή εξωτερικών συνεργατών/αξιολογητών, ενώ τα έτη προ και μετά πανδημίας (2018 και 2021 αντίστοιχα) οι διορθωτικές ενέργειες των μη αποδοτικών εστιάζονται στην αύξηση του αριθμού των διαπιστεύσεων και αξιολογήσεων το οποίο θα έρθει μέσα από ανάπτυξη και συνεργασία ακόμη και εκτός των συνόρων του κράτους στο οποίο ανήκουν. Το ίδιο το σύστημα συμπεραίνει πως τα έτη της πανδημίας δεν ήταν εφικτή η αύξηση της παραγωγής για την αύξηση της απόδοσης ενώ μετά την πανδημία το σύστημα έχει ισορροπήσει και η αύξηση της απόδοσης θα έρθει από την αύξηση της παραγωγής έργου.

Το τελευταίο κομμάτι της εργασίας μας, αφορούσε την εύρεση του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist όπου υπολογίσθηκαν διάφορα στοιχεία που αφορούν την διαδικασία παραγωγής και σχετίζονται με την εξέλιξη των οργανισμών μέσα στο χρόνο. Η ανάλυση μας έδωσε αποτελέσματα σχετικά με την CRS και την VRS αποδοτικότητα όπου και εδώ οι DMUs που κρίθηκαν μη αποδοτικές είναι κυρίως οι Ελβετία και Σλοβακία (η Ελβετία ήταν μη αποδοτική όλα τα έτη ενώ η Σλοβακία κρίθηκε μη αποδοτική τα έτη 2018 και 2021) και η Ολλανδία κρίθηκε μη αποδοτική το έτος 2021. Από τις τιμές της CRS αποδοτικότητας το 2018 φαίνεται να υπήρχε τάση για αύξηση της αποδοτικότητας το 2019 αλλά λόγω της πανδημίας είχαμε μείωση της αποδοτικότητας με τον δείκτη $t + 1$ να είναι θετικός για το 2020 (έτος εργασίας 2019) και για το 2021 (έτος εργασίας 2020) με τα αποτελέσματα όμως να μην επιβεβαιώνουν την τάση αυτή. Σημαντικές πληροφορίες και περαιτέρω ανάλυση λαμβάνουμε από τους μέσους όρους των στοιχείων του δείκτη Malmquist. Επιβεβαιώνεται η υψηλή απόδοση της Βουλγαρίας αφού είχε την μεγαλύτερη πρόοδο της τάξης του 137,7% στον τομέα των μεταβολών τεχνολογικού επιπέδου και της Σουηδίας που ήταν ο μοναδικός φορέας ο οποίος παρέμεινε αμετάβλητος σε όλα τα επίπεδα καθόλη την εξεταζόμενη διάρκεια των ετών 2018-2021. Ένα άλλο σημείο αναφοράς της συγκεκριμένης ανάλυσης είναι η μικρή πτωτική πορεία κατά 7% της Σερβίας στον τομέα των μεταβολών τεχνολογικού επιπέδου το οποίο δεν επηρέασε την αποδοτικότητα του

φορέα και η Σλοβακία να έχει τη δεύτερη μεγαλύτερη ανάπτυξη στον τομέα αυτό με ποσοστό 32,2% για αυτό και παρουσιάζει ένα χρόνο αποδοτικότητας και γενικά καλύτερα ποσοστά αποδοτικότητας σε σύγκριση με την επίσης μη αποδοτική Ελβετία. Στο κομμάτι της τεχνικής αποδοτικότητας η Γαλλία παρουσίασε την μεγαλύτερη κατά 20,7% το οποίο επηρέασε και την αποδοτικότητα κλίμακας χωρίς να κρίνεται κάποιο έτος μη αποδοτική.

Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως τα αποτελέσματα και των τριών αναλύσεων καταλήγουν σε παρόμοια αποτελέσματα αποδοτικότητας με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις λόγω της διαφορετικής προσέγγισης και παραπάνω λεπτομερειών και δεικτών που υπολογίζουν. Ο αριθμός των DMUs που εξετάστηκαν θα μπορούσε να θεωρηθεί μικρός αλλά δυστυχώς δεν υπήρχαν τα δεδομένα ανά τομέα διαπίστευσης για να μπορέσει να εμβαθύνει η ανάλυση. Έτσι, το δείγμα είναι αναγκαστικά πιο περιορισμένο. Η εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση και το εφαλτήριο για περαιτέρω έρευνα πάνω στο κομμάτι της διαπίστευσης των εθνικών φορέων, και μέσω νέας διαχρονικής μελέτης με περισσότερα δεδομένα με τη βοήθεια της μεθόδου DEA θα μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την αλλαγή που έχει γίνει στους φορείς με την εξ αποστάσεως αξιολογήσεις και τις επιπτώσεις στην αποδοτικότητα τους αλλά και γενικά στη λειτουργία τους. Επίσης θα ήταν πολύ ενδιαφέρον η συνέχιση της παρούσας μελέτης με τη συμμετοχή περισσότερων, αν όχι όλων, των φορέων δίνοντας παραπάνω στοιχεία συνδυάζοντας την μέθοδο DEA με το εργαλείο PMBT για ανάλυση και συμπεράσματα σε όλα τα επίπεδα πάντα με γνώμονα να καταστεί η λειτουργία τους πιο ποιοτική και αποδοτική.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

1. Memo από την κοινή ανακοίνωση ΣΕΒ – HellaCert για την πιθανή απώλεια της ευρωπαϊκής αναγνώρισης του Εθνικού Συστήματος Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ). Ανακτήθηκε από https://www.sev.org.gr/Uploads/Documents/49965/memo_esyd.pdf
2. Διαπίστευση και Πιστοποίηση. Ανακτήθηκε από <https://www.ggb.gr/el/about-ggb-el> ΕΣΥΔ έντυπο ενημέρωσης. Ανακτήθηκε από https://esyd.gr/main/wp-content/uploads/2020/03/DENHMERGR_29_3_2019.pdf
3. Το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης. Ανακτήθηκε από <https://esyd.gr/main/>
4. Διεθνής Αναγνώριση ΕΣΥΔ. Ανακτήθηκε από <https://esyd.gr/main/diethnis-anagnorisi/>
5. Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης Α.Ε. Ε.ΣΥ.Δ. Ανακτήθηκε από http://esydops.gr/portal/p/esyd/el/article_preview.jsp?arcluid=6e25
6. Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης Ε.ΣΥ.Δ. Ανακτήθηκε από <http://esydops.gr/portal/p/esyd/el/esyd.jsp>
7. Οι διαδικασίες διαπίστευσης ΕΣΥΔ. Ανακτήθηκε από https://esyd.gr/main/wp-content/uploads/2022/11/%CE%94%CE%94_10_11_2022.pdf

Ξενόγλωση

1. Accredia, ο ιταλικός διεθνής φορέας διαπίστευσης. Ανακτήθηκε από <https://www.accredia.it/>
2. Annual reports of European Accreditation Bodies. Ανακτήθηκαν από:
<https://www.nab-bas.bg/za-ia-bsa/godishni-dokladi.html>
<https://www.cofrac.fr/qui-sommes-nous/nos-publications-et-nos-videos/nos-rapports-dactivite>
<https://www.dakks.de/en/home-en.html>
<https://www.accredia.it/comunicazione/relazioni-annuali/>
<https://www.akkreditert.no/om-oss/verksemdstyring/>
<https://www.ats.rs/sr/godisnji-izvestaji>
<https://www.snas.sk/o-nas-snas/vyrocnna-sprava-snas>
<https://www.sas.admin.ch/sas/de/home/publikationen/jahresbericht.html>
<https://www.swedac.se/om-swedac-se/>
<https://www.rva.nl/veelgestelde-vragen/>
<https://www.bmaw.gv.at/en.html>
3. Asmild, M., Paradi, J. C., Aggarwall, V., & Schaffnit, C. (2004), Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21, 67–89.
4. Banker, R.D., Charnes, A.C., & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39, 1078-1092.
5. .Boussofiane, A, Dyson, RG and Thanassoulis, E. 1991. Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*. 1991, Vol. 52, 1, pp. 1-15.
6. Charnes, A., & Cooper, W.W. (1985). Preface to topics in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 2, 59–94.
7. Charles, V. & Kumar, M. (2003), “An Introduction to Data Envelopment Analysis” στο Charles, V. & Kumar, M. (επιμ.), *Data Envelopment Analysis and Its Applications to Management*, London: Cambridge Scholars, σελ. 1-28.
8. Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

9. Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y. & Seiford, L.M. (1994), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, New York: Springer Science+Business Media.
10. Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978), Short communication: measuring efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 3(4), p.339.
11. Charnes, A., Clark, C.T., Cooper, W.W., & Golany, B. (1985). A Development Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2, 95-112.
12. Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Zhu, J. (2011), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, (2nd ed.), New York: Springer.
13. Cooper, W.W., Seiford, L.M. & Tone, K. (2007), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, 2nd ed., New York: Springer.
14. Debnath., R.M., & Shankar, R. (2008). Measuring performance of Indian Banks: an application Data Envelopment Analysis. *Int. J. Business Performance Management*, 10 (1), 57-85.
15. EA European Accreditation: Who we are. Ανακτήθηκε από <https://european-accreditation.org/about-ea/who-are-we/>
16. Farrell, M. (1957), The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistics Society*, 120, 251-281.
17. Gleeson, J. (2013), The European Credit Transfer System and curriculum design: Product before process, *Studies in Higher Education*, 38, 921–938.
18. Halkos, G.E., & Salamouris D.S. (2004). Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: a data envelopment analysis approach. *Management Accounting Research*, 15, 201-214.
19. Harvey, L. & Green, D. (1993), Defining Quality, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 18(1), 9-34.
20. IAF/ILAC Recognition. Ανακτήθηκε από <https://european-accreditation.org/mutual-recognition/iaf-ilac-recognition/>
21. Joro, T. & Korhonen, P.J. (2015), *Extension of Data Envelopment Analysis with Preference Information: Value Efficiency*, New York: Springer.

22. Katz, D., & Kahn, R.L. (1978). *The Social Psychology of Organizations* (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons.
23. Klopp, G. (1985), *The Analysis of the Efficiency of Production System with Multiple Inputs and Outputs*, Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, University of Illinois at Chicago, Industrial and Systems Engineering College.
24. Koch, C., Asna Ashari, P., Mirtsch, M. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on accredited conformity assessment bodies: insights from a multinational study. *Accred Qual Assur* 27, 275–288 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00769-022-01514-x>
25. Mavroeidis, V. (2012), “Challenges of education in National Quality Infrastructure un the EU”, *Institutions*, 18, 69-72.
26. Mohsen Afsharian, Heinz Ahn, Sara Kamali, 2022. Performance analytics in incentive regulation: A literature review of DEA publications.
27. Murillo – Zamorano, L.R. (2004). Economic Efficiency and Frontier Techniques. *Journal of Economic Surveys*, 18 (1), 33-77.
28. Nowicki P, Kafel P (2021) Remote certification processes during global pandemic times. *In: SHS web of conferences, EDP sciences*
29. Pareto V. (1906), *Manual of Political Economy*, New York: Kelley.
30. Pentzaropoulos, G.C., & Giokas, D.I. (2002). Comparing the operational efficiency of the main European telecommunications organizations: A quantitative analysis. *Telecommunications Policy*, 26, 595-606.
31. Peer evaluation. Ανακτήθηκε από <https://european-accreditation.org/mutual-recognition/peer-evaluation/>
32. Sarkis, Joseph. 2002. *Preparing your Data for DEA*. 2002.
33. Thanassoulis, E. (2003), Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software, New York: Springer.
34. The EA MLA. Ανακτήθηκε από <https://european-accreditation.org/mutual-recognition/the-ea-mla/>

35. Tian, Yuzhen και Zhanxin, Ma. 2016. An Efficiency Analysis Of Chinese Coal Enterprises By Using Malmquist Productivity Indexes. *The 2016 International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Science*. 2016.
36. Tilman Denkler 2020. Accreditation in Europe: benchmarking the operations of European
37. accreditation bodies using an innovative management tool
38. W. Hussain, W. G. Spady, M. T. Naqash, S. Z. Khan, B. A. Khawaja and L. Conner, "ABET Accreditation During and After COVID19 - Navigating the Digital Age," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 218997-219046, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041736.
39. Wei, Q., Zhang, J. & Zhang, X. (2000), An inverse DEA model for inputs/outputs estimate. *European Journal of Operational Research*, 121, 151-163.
40. What is accreditation. Ανακτήθηκε από <https://european-accreditation.org/accreditation/for-regulators/#what-is-accreditation>
41. Willborn, W. & Cheng, T. (1994), *Global Management of Quality Assurance Systems*, New York: McGraw Hill.
42. Yan, H., Wei, Q. & Hao, G. (2002), DEA models for resource reallocation and production input/output estimation, *European Journal of Operational Research*, 136, 19-3
43. Zhu, Joe. 2009. *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmark*. 2009.

Παράρτημα Α: «Πίνακας δεδομένων»

ΧΩΡΑ	ΕΤΟΣ	ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ	ΑΕΠ (USD)	ΕΣΟΔΑ	ΕΞΟΔΑ	ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΣΕΙΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	2018	39	572	66.360.000.000	1.403.015	647.579	160	599
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	2019	39	200	68.920.000.000	1.341.443	737.287	168	621
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	2020	39	228	70.240.000.000	1.331.198	684.958	186	558
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	2021	39	228	84.060.000.000	1.344.380	772.979	168	637
ΓΑΛΛΙΑ	2018	180	1800	2.791.000.000.000	34.456.000	32.846.000	1133	3514
ΓΑΛΛΙΑ	2019	181	1800	2.729.000.000.000	33.228.000	32.322.000	1400	3946
ΓΑΛΛΙΑ	2020	184	1800	2.639.000.000.000	27.076.000	26.344.000	983	2990
ΓΑΛΛΙΑ	2021	183	1800	2.958.000.000.000	30.388.000	29.069.000	1029	3567
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2018	194		4.260.000.000.000	31.906.000	33.312.000	1915	6483
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2019	206		3.890.000.000.000	43.659.000	42.525.000	2001	7934
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2020	225		3.888.000.000.000	45.326.000	39.860.000	2488	7685
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2021	239		3.974.000.000.000	43.880.000	40.575.000	1910	8652
ΕΛΒΕΤΙΑ	2018	43	513	725.600.000.000	9.064.000	10.609.000	119	610
ΕΛΒΕΤΙΑ	2019	45	518	721.400.000.000	9.682.000	11.536.000	161	603
ΕΛΒΕΤΙΑ	2020	44	503	739.900.000.000	9.373.000	11.948.000	180	605
ΕΛΒΕΤΙΑ	2021	43	508	800.600.000.000	9.579.000	12.051.000	142	640
ΙΤΑΛΙΑ	2018	544		2.092.000.000.000	20.156.000	19.009.000	644	2270
ΙΤΑΛΙΑ	2019	579		2.011.000.000.000	21.789.000	19.232.000	723	2436
ΙΤΑΛΙΑ	2020	611		1.897.000.000.000	21.212.000	20.116.000	832	2485
ΙΤΑΛΙΑ	2021	655		2.108.000.000.000	27.461.000	21.227.200	965	2751

ΝΟΡΒΗΓΙΑ	2018	28		437.000.000.000	2.796.973	4.572.606	240	362
ΝΟΡΒΗΓΙΑ	2019	28		409.900.000.000	4.128.535	4.426.501	245	330
ΝΟΡΒΗΓΙΑ	2020	29		362.200.000.000	3.961.038	4.110.428	247	304
ΝΟΡΒΗΓΙΑ	2021	27		482.200.000.000	3.990.053	3.987.456	253	353
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	2018	105	600	914.000.000.000	14.595.000	14.415.000	810	1184
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	2019	100	662	910.200.000.000	14.470.000	14.469.000	838	1190
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	2020	105	723	909.800.000.000	13.231.000	13.644.000	834	1077
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	2021	109	740	1.013.000.000.000	14.087.000	14.146.000	838	1043
ΣΕΡΒΙΑ	2018	43	378	50.640.000.000	1.458.277	1.411.459	741	507
ΣΕΡΒΙΑ	2019	42	377	51.510.000.000	1.427.524	1.442.833	766	753
ΣΕΡΒΙΑ	2020	42	392	53.360.000.000	1.256.878	1.282.489	762	510
ΣΕΡΒΙΑ	2021	41	376	63.080.000.000	1.716.694	1.481.516	696	550
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	2018	35	525	106.100.000.000	1.862.262	1.821.372	127	694
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	2019	34	525	105.700.000.000	2.095.917	2.012.600	115	638
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	2020	38	525	106.700.000.000	2.442.558	2.010.312	187	625
ΣΛΟΒΑΚΙΑ	2021	37	525	116.500.000.000	2.170.432	2.129.154	143	675
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	2018	21	193	54.180.000.000	1.876.976	1.871.725	139	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	2019	22	217	54.330.000.000	1.940.022	1.886.820	144	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	2020	22	218	53.710.000.000	1.866.566	1.765.619	146	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	2021	20	205	61.750.000.000	2.114.119	1.910.988	149	
ΣΟΥΗΔΙΑ	2018	109	205	555.500.000.000	171.521.000	168.720.000	483	
ΣΟΥΗΔΙΑ	2019	111	202	533.900.000.000	164.603.000	148.141.000	519	
ΣΟΥΗΔΙΑ	2020	117	200	547.100.000.000	152.473.000	146.595.000	418	
ΣΟΥΗΔΙΑ	2021	114	194	635.700.000.000	151.733.000	154.588.000	550	

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.